

Historic, archived document

Do not assume content reflects current
scientific knowledge, policies, or practices.

Reservado
Ag 84 m

84-778
5-1-1
1969

LOS SILOS EN LA GRANJA

U. S. DEPT. OF AGRICULTURE
NATIONAL AGRICULTURAL LIBRARY

FEB 24 1969

CURRENT SERIAL RECORDS



CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA
AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (A/DI) MEXICO

T A B L A

	Pág.
TIPOS DE SILOS Y SU SELECCION	1
SILOS PERMANENTES	2
Silos de torre	2
Silos monolíticos de concreto	13
Silos de duelas de concreto	13
Silos de metal	14
Silos de bloques huecos	14
Silos de ladrillo	14
Silos de duela de madera	15
Silos de aros de madera	15
SILOS HORIZONTALES	19
Silos de cajón	22
Silos de foso	26
Silos de pila	28
SILOS TEMPORALES	29
SILOS DE CERCA	29
SILOS DE PILA VERTICALES	30

NOTA: Toda solicitud para ésta, o para cualesquiera otras publicaciones del Centro Regional de Ayuda Técnica (RTAC), deberá dirigirse a la Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), a cargo de la Embajada de los Estados Unidos de América, en el país de residencia del solicitante. Las solicitudes por carta pueden dirigirse así:

Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.)
a/c Embajada de los EE. UU. de A.
(Capital y país de residencia del solicitante)

LOS SILOS EN LA GRANJA

Por

J. R. McCALMONT, División de Investigación Agrícola. Servicio de Investigaciones Agrícolas

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA



CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA

AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (A.I.D.)

MEXICO

Traducción de la 1ª edición en inglés

Primera edición en español, 1964

Segunda edición en español, 1965

Tercera edición en español, 1965

NOTA A ESTA EDICION

Esta publicación es traducción de FARM SILOS, Publicación Miscelánea No. 810, editada originalmente en inglés por el Departamento de Agricultura de los EE. UU. La presente edición la preparó el Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. El Centro es una organización dedicada a la producción de versiones en español del material fílmico e impreso de los programas de cooperación técnica de la Alianza para el Progreso.

LOS SILOS EN LA GRANJA

Por

J. R. McCALMONT

División de Investigación de Ingeniería Agrícola.
Servicio de Investigación Agrícola

El silo es un edificio característico en las granjas de todas las regiones del país. Cada año que pasa es más importante en su función de proporcionar forraje para el ganado. Desde 1875, cuando la construcción de silos en los Estados Unidos comenzó a registrarse por primera vez, el número de silos de todos los tipos ha aumentado hasta sobrepasar la cifra de 900,000, en los que almacenan más de 70,000,000 de toneladas de ensilaje. Este aumento ha sido el resultado del crecimiento y de muchos cambios en la situación agrícola, pudiéndose mencionar: 1) un aumento del número de cabezas de ganado, 2) una reducción en el número de acres dedicadas al pastizaje, 3) un aumento en el cultivo de tierra para pastos para conservar el suelo, 4) mecanización de las operaciones agrícolas en la granja y 5) la costumbre creciente de alimentar al ganado con cantidades mayores de ensilaje. También, los granjeros reconocen ahora que la cantidad de suplemento de proteínas necesaria cuando se alimenta al ganado con heno o maíz de ensilaje de calidad variable, desde baja a promedio, puede reducirse dando un pienso de yerba de ensilaje con un alto contenido de proteínas y que el ensilamiento es una forma excelente de almacenar el exceso de alimentos de los años buenos para los años malos y de períodos de crecimiento primaveral exuberante para períodos de escasez en el verano.

TIPOS DE SILOS Y SU SELECCION

Al escoger un silo, deben tomarse en consideración las necesidades del servicio, el dinero y el tiempo de que puede disponerse, el costo inicial del silo y su conservación y su eficiencia para conservar el forraje. Las pérdidas varían de acuerdo con el tipo de silo, la cosecha ensilada, su grado de madurez, su contenido de humedad, la finura de su corte y la eficiencia

en la exclusión de aire y agua del ensilaje. En los silos verticales permanentes las pérdidas varían del 5 al 20 por ciento en los silos a prueba de gas y del 10 al 20 por ciento en otros tipos. En los silos horizontales permanentes las pérdidas varían del 10 al 30 por ciento; y en los silos temporales de foso, cerca y pila, del 15 al 50 por ciento.

Usted mismo puede determinar el tipo de silo que se adapte mejor a su sistema de recolección y de alimentación que puede obtener con los fondos disponibles. Numerosos granjeros, usando un silo temporal durante unos cuantos años, han reunido suficiente capital ahorrado en los gastos de alimentación de su ganado, para poder costear un silo permanente.

Los silos de torre permanentes contruidos de ladrillo, concreto, metal o bloques huecos son atractivos, duraderos y resisten al fuego y al viento. El empleo de sistemas de descarga y de transporte reduce al mínimo la labor manual necesaria para la alimentación del ganado.

Grandes silos de torre de un diámetro variable de 24 a 36 pies se están empleando para almacenar piensos para grandes operaciones de alimentación de ganado. Algunos de estos tienen 3 ó 4 juegos de puertas para facilitar el dar los piensos a mano, pero la mayoría tiene solamente una y el ensilaje se distribuye desde el centro a través de un foso de arrastre en la parte inferior. Un taco de $2 \times 2\frac{1}{2}$ pies de diámetro y de 6 pies de largo se sube hacia arriba a través del centro cuando se llenan estos silos. De esta forma se deja una abertura en forma de chimenea desde la parte superior hasta la inferior del silo. Un sencillo descargador del silo arrastra el ensilaje hasta el centro, de donde cae hasta el fondo del silo y se transporta a los pesebres con un transportador helicoidal o de arrastre.

Puede obtenerse también un silo prefabricado de acero porcelanizado. El recubrimiento vidrioso se aplica en ambos lados del metal. Este silo es hermético para evitar que se dañe el ensilaje y se vacía desde el fondo empleando un descargador mecánico. Para que se conserve hermético, el silo deberá operarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Una ventaja de este silo es que puede cargarse parcialmente a intervalos con diferentes cosechas sin pérdida apreciable en la calidad del ensilaje y sin que se dañe la capa superior.

Varios fabricantes, entre ellos la Estación Experimental Agrícola de Nueva Jersey, y otros, están trabajando en el perfeccionamiento de dispositivos para administrar el pienso automáticamente en los silos verticales. Se están usando varios tipos de reguladores y clavijas para controlar y limitar la velocidad con

que se alimenta el ensilaje a los pesebres. La idea tiene mérito y se ha progresado algo para reducir la cantidad de trabajo manual. Sin embargo, no existe todavía ningún sistema para eliminar todos los peligros y el trabajo manual en la alimentación del ganado, especialmente cuando se congela el ensilaje.

Los silos horizontales permanentes se consideran, generalmente, menos atractivos, pero cuestan menos por tonelada de almacenamiento y ofrecen la ventaja de la alimentación automática mediante una compuerta de alimentación de costo bajo o un dispositivo mecánico de alimentación, también, de poco costo, en que se usa el cargador del tractor o un descargador de ensilaje.

Los silos temporales son útiles en una emergencia como la ocasionada por la sequía, destrucción de edificios por incendio o cualquier otra circunstancia imprevista. Se usan algunas veces cuando no se dispone de suficiente dinero para construir una estructura mejor. Sin embargo, el porcentaje de materiales o productos que se dañan en los silos temporales es más elevado que en las estructuras mejor construidas.

SILOS PERMANENTES

Silos de torre

Construcción general. 1. Las paredes deberán ser herméticas, y las puertas quedar perfectamente bien ajustadas.

2. Las paredes deberán ser lisas y alineadas a plomo y de forma circular, para proporcionar fuerza estructural y para permitir que el ensilaje se asiente y apriete sin dejar bolsas de aire.

3. Las paredes deberán ser suficientemente resistentes para soportar considerable tensión lateral sin agrietarse o ceder. Las presiones laterales aumentan con la profundidad del ensilaje y varían de acuerdo con la clase de éste y su contenido de humedad. Mientras más profundo sea el ensilaje, mayor será la capacidad promedio por pie de profundidad: con mayor presión se desaloja mayor cantidad de aire y hay menos daños.

4. Las superficies exteriores de la pared deberán estar protegidas, donde sea necesario, para retardar los desperfectos causados por el paso del tiempo y por los agentes atmosféricos.

5. Los cimientos deberán estar en buenas condiciones de desagüe, para estar siempre secos y deberán ser suficientemente fuertes, para sostener la carga y evitar un asentamiento irregular y el agrietamiento consecuente de las paredes.

6. El silo deberá tener un canal para facilitar la alimentación del ganado y una escalera segura que proporcione acceso a la puerta de alimentación.

7. Es conveniente que tenga tejado y éste será esencial si se emplea un descargador mecánico.

Localización. Puesto que el tiempo empleado, las distancias que hay que caminar y el trabajo necesario para alimentar al ganado son factores que limitan el número de cabezas de ganado que puede atender un hombre, se concede importancia considerable a la localización de los silos y a los dispositivos de alimentación automática o semiautomática del ensilaje.

En las granjas lecheras donde las vacas están sujetas por cabezadas en los establos, constrúyase el silo a unos cuantos pies de distancia del establo y conéctese con éste por un cuarto de alimentación. Cuando las vacas están sueltas en los establos, constrúyase el silo en el área donde se da el pienso al ganado o junto a ella, con objeto de reducir el tiempo y la distancia que hay que caminar para alimentar al ganado.

En las granjas de ganado para engorda, constrúyase el silo en el área donde se da el pienso o cerca de ella.

Constrúyase el silo de forma que los carros y camiones que llevan la carga para llenarlo puedan trabajar con un mínimo de vueltas y marcha en reversa.

Tamaño y capacidad. El diámetro adecuado del silo depende de la cantidad de ensilaje que hay que alimentar diariamente. Para evitar desperdicios, el ensilaje deberá sacarse a una velocidad de 2 a 3 pulgadas por día, dependiendo de la temperatura del aire. En invierno, probablemente deberán sacarse 2 pulgadas, y mayor cantidad en tiempo caluroso. No se construya un silo de un diámetro demasiado grande para el tamaño de la vacada. Si se reduce el tamaño de ésta hasta el punto en que el poco consumo ocasione desperdicios, cuando la cantidad usada en los piensos se quita de toda la superficie, saque cada vez hasta una profundidad de 1 a 2 pies alternando la mitad de la superficie. Para grandes vacadas, constrúyanse varios silos. Pueden almacenarse cosechas de diferentes clases en los diversos silos y usarlas en los piensos separadamente o juntas.

El peso de un pie cúbico de ensilaje varía de acuerdo con la profundidad del silo, la velocidad con que se llenó, el tamaño del corte, la clase y estado de madurez del producto y su contenido de humedad. El ensilaje de maíz que se almacena cuando, aproximadamente, el 75% de éste ya no es tierno y que contiene como un 72% de humedad se considera normal para el ensilaje de maíz. El llamado ensilaje de

Tabla 1. Relación entre el tamaño de la vacada y el diámetro del silo para la alimentación del invierno¹

Diámetro interior del silo (pies)	Volumen por pie de profundidad	Cantidad que ha de extraerse—				animales que pueden ser alimentados con una dotación diaria de—			
		Diariamente	Para un período de alimentación de—			80 libras	60 libras	40 libras	20 libras
			120 días	180 días	240 días				
	Pies cúbicos	Libras	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Número	Número	Número	Número
8	50.3	419	25	38	50	5	7	10	21
10	78.5	654	39	59	78	8	11	16	33
12	113.1	942	57	85	113	12	16	24	47
14	153.9	1,282	77	115	154	16	21	32	64
16	201.0	1,675	101	151	201	21	28	42	84
18	254.5	2,121	127	191	255	27	35	53	106
20	314.2	2,618	157	236	314	33	44	65	131

¹ Base: 50 libras de ensilaje por pie cúbico; 2 pulgadas extraídas diariamente para evitar daños.

Tabla 2. Relación entre el tamaño de la vacada y el diámetro del silo para la alimentación del verano¹

Diámetro interior del silo (pies)	Volumen por pie de profundidad	Cantidad que ha de extraerse—				animales que pueden ser alimentados con una dotación diaria de—			
		Diariamente	Para un período de alimentación de—			80 libras	45 libras	20 libras	10 libras
			60 días	90 días	120 días				
	Pies cúbicos	libras	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Número	Número	Número	Número
8	50.3	629	19	28	38	8	14	31	63
10	78.5	981	29	44	59	12	22	49	98
12	113.1	1,414	42	64	85	18	31	71	141
14	153.9	1,924	58	87	115	24	43	96	192
16	201.0	2,513	75	113	151	31	56	126	251
18	254.5	3,181	95	143	191	40	71	159	318
20	314.2	3,928	118	177	236	49	87	196	393

¹ Base: 50 libras de ensilaje por pie cúbico; 3 pulgadas extraídas diariamente para evitar daños.

Tabla 3. Capacidad de los silos de torre en toneladas de ensilaje de maíz
(68 a 72 por ciento de humedad¹)

Peso promedio por pie cúbico	Profundidad del ensilaje	capacidad con un diámetro interno de—									
		12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
		Pies	Pies	Pies	Pies	Pies	Pies	Pies	Pies	Pies	Pies
	Pies	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas
44	30	75	102	133							
47	40	106	145	189	239	295	357	425	499	579	665
49	50	138	189	246	311	385	466	554	650	755	866
51	60	236	308	389	480	581	692	812	942	1,082	
53	70	373	471	582	705	838	985	1,143	1,311		
55	80	691	836	994	1,168	1,355	1,515				

¹ Base: El silo se llenó con ensilaje normal de maíz a la velocidad promedio de 20 a 50 toneladas por día; se volvió a llenar otra vez después de haberse asentado el ensilaje y haber pisado la capa superior. Para el ensilaje de hierba, la capacidad se aumenta del 5 al 10 por ciento.

² No es recomendable. La altura adicional requiere más fuerza motriz para llenar el silo y mayor trabajo para alimentar al ganado y para el mantenimiento del silo.

hierba (ensilaje compuesto de hierba, legumbres y cereales, ya sea solos o en combinación) pesa del 5 al 10% más que el ensilaje normal de maíz.

Las vacas lecheras alimentadas con ensilaje como único pienso pueden necesitar 100 libras o más diarias para cada una. Por otra parte, las alimentadas con ensilaje en vez de otros piensos de engorda como suplemento de la pastura durante las sequías del verano y al comenzar el otoño, podrán necesitar únicamente 10 libras diarias por vaca, dependiendo del número de acres y calidad de los pastos u otros alimentos verdes disponibles. Para la misma vacada, el silo empleado para la alimentación durante el verano deberá ser de menor diámetro que el empleado para la alimentación durante el invierno, puesto que deberán extraerse 3 pulgadas de ensilaje diariamente en el verano, en comparación con 2 pulgadas en invierno. Es conveniente tener un silo adicional de menor diámetro para alimentar pequeñas vacadas en verano.

Cuando se conoce la cantidad de ensilaje que va a gastarse cada día en alimentar al ganado, puede calcularse el diámetro del silo que se necesita para permitir la extracción de una profundidad determinada cada día. Las tablas 1 y 2 muestran el diámetro del silo necesario para vacadas de diferentes tamaños, en invierno y en verano.

En general, la altura del silo no deberá ser menor del doble ni mayor del cuádruplo de su diámetro. Mientras mayor sea la profundidad del ensilaje, mejor será su calidad y mayor será la capacidad unitaria. Sin embargo, evítese la construcción de silos demasiado altos, a causa de la excesiva fuerza matriz necesaria para elevar el ensilaje recientemente cortado.

Una vez determinado el diámetro del silo que se necesita para la vacada, puede calcularse la cantidad total de ensilaje que se necesita para la alimentación de un año, la que se obtiene multiplicando la cantidad de pienso necesario cada día, por el número de días del periodo de alimentación. Usese la tabla 3 para facilitar la determinación de la altura del silo que se necesita para almacenar esa cantidad de ensilaje.

Por ejemplo, supongamos que se tiene una vacada de 20 cabezas y que se planea alimentarlas con 60 libras de ensilaje, diariamente, durante 240 días. Las vacas comerían 1,200 libras de ensilaje al día o 288,000 libras (144 toneladas) al año. Si se concede un margen de 10% para pérdidas, se necesitará un silo con un diámetro de 14 pies, lleno hasta una profundidad de 45 pies.

Podrá desearse saber, aproximadamente, la cantidad de ensilaje que se tiene en un silo parcialmente vacío. Numerosos factores afectan el peso unitario del ensilaje: por lo tanto, las tablas pueden proporcionar únicamente un cálculo aproximado, como substitución de la operación de pesar el contenido. Sin embargo, pueden usarse los datos de la tabla 4, basados en el peso de un ensilaje de maíz bien asentado, para hacer un cálculo. Supongamos, por ejemplo, que se almacenaron 40 pies de ensilaje en un silo de 14 pies por 45 pies y que se han extraído 20 pies. Más de la mitad del ensilaje por peso queda en el silo, porque en los 20 pies de las capas inferiores el contenido es más compacto que en los 20 pies de las capas superiores. El volumen de ensilaje por pie de profundidad en un silo con un diámetro de 14 pies es de 153.9 pies cúbicos (tabla 1). La tabla 4 indica que el peso promedio de ensilaje es de 44.3 y 49.5 libras por pie cúbico a los 20 y 40 pies, respectivamente. Inicialmente, el silo contenía $40 \times 153.9 \times 49.5$, o sea 304,722 libras de ensilaje. La cantidad extraída de los 20 pies de las capas superiores fue de $20 \times 153.9 \times 44.3$, o sean 136,355 libras. Así, pues, quedan 168,367 libras ($304,722 - 136,355$) o, aproximadamente, 84 toneladas en el silo.

El precio de venta del ensilaje se basa frecuentemente en su valor equivalente como alimento respecto al maíz y al heno. Estudios practicados en Illinois muestran que una tonelada de ensilaje de maíz contie-

ne, ordinariamente, 4.6 bushels de grano y los tallos y hojas tienen un valor más o menos igual a 270 libras de heno mezclado. El valor alimenticio del ensilaje se considera también que representa como la tercera parte del valor de buena alfalfa, frondosa, curada y seca. Por esta razón el precio local del heno y del grano puede usarse para determinar un precio justo de venta o de trueque. Estos datos, empleados con los que aparecen en la tabla 4, frecuentemente son útiles para levantar inventarios en la granja y para otros fines.

Costo. El costo de construcción de un silo depende de su tamaño y tipo y del precio de los materiales y de la mano de obra. En general, un silo construido con mano de obra de la granja y con materiales locales tendrá un costo inicial más bajo, pero un silo construido por un especialista de reputación podrá costar menos en función de su duración. En la tabla 5 se proporcionan cálculos estimativos del costo de silos verticales permanentes.

Tabla 4. Peso del ensilaje asentado por pie cúbico, a una profundidad determinada, cuando el silo está lleno ¹

Profundidad del ensilaje asentado (pies)	Peso promedio por pie cúbico (libras)	Profundidad del ensilaje asentado (pies)	Peso promedio por pie cúbico (libras)
1.....	17.7	26.....	46.4
2.....	23.5	27.....	46.7
3.....	26.9	28.....	46.9
4.....	29.5	29.....	47.2
5.....	31.6	30.....	47.4
6.....	33.3	31.....	47.7
7.....	34.7	32.....	47.9
8.....	36.0	33.....	48.1
9.....	37.1	34.....	48.3
10.....	38.1	35.....	48.5
11.....	39.0	36.....	48.7
12.....	39.8	37.....	48.9
13.....	40.6	38.....	49.1
14.....	41.2	39.....	49.3
15.....	41.8	40.....	49.5
16.....	42.4	41.....	49.7
17.....	43.0	42.....	49.9
18.....	43.5	43.....	50.0
19.....	43.9	44.....	50.2
20.....	44.3	45.....	50.3
21.....	44.7	46.....	50.5
22.....	45.1	47.....	50.6
23.....	45.5	48.....	50.8
24.....	45.8	49.....	50.9
25.....	46.1	50.....	51.0

¹ Base: Ensilaje de maíz (contenido de humedad, 72%) al sacarlo para dar el pienso fuera del silo. El ensilaje de hierba bajo las mismas condiciones es del 5 al 10% más pesado, por término medio, que el ensilaje del maíz.

Tabla 5. Costo aproximado de los silos verticales permanentes por tonelada de ensilaje almacenado (techo y canal incluidos) ¹

Capacidad	Costo por ton.	Capacidad	Costo por ton.
Toneladas	Dólares	Toneladas	Dólares
25-50-----	24-54	100-150-----	12-30
50-100-----	14-40	150-300-----	10-25

¹ Estas cifras, basadas en silos de una altura de dos a cuatro veces su diámetro, se compilaron empleando costos reales para los granjeros, cálculos de contratistas y listas de precios al detalle, en 1957, de fabricantes de silos.

Cimientos. Los cimientos dan buenos resultados únicamente si se hallan situados en terreno firme bien desagüado y solamente si están más profundos que la línea a que llegan las heladas. En el norte de los Estados Unidos deben tener una profundidad de 4 pies o más abajo de la superficie del terreno; en el sur, cuando menos 2 pies. La anchura de los cimientos que se necesitan depende de la clase de terreno y de la carga que han de soportar. Los cimientos deberán ser más anchos en terreno suelto que en terreno firme. Las paredes cargan del 30 al 60 por ciento del peso total

del ensilaje, dependiendo de la estructura de las paredes y del carácter de éste. Según pruebas practicadas por el Centro de Investigación Agrícola, de Beltsville, Md., el 60% del peso de un ensilaje normal de maíz almacenado en un silo de concreto monolítico de 14 × 45 pies, lo cargaban las paredes. Los experimentos llevados a cabo en silos de alimentación

Tabla 6. Carga por pie de circunferencia y anchura de base necesaria para silos de diferentes alturas en terreno con una capacidad de sustentación de 2.5 toneladas por pie cuadrado

Altura de la pared del silo (pies)	Carga y anchura de la base para paredes del silo de-					
	Concreto monolítico de 6 pulgadas		Duelas de concreto de 2.5 pulgadas o bloques huecos de 5 pulgadas		Madera o metal de 2 pulgadas	
	Carga por pie de circunferencia	Anchura de la base	Carga por pie de circunferencia	Anchura de la base	Carga por pie de circunferencia	Anchura de la base
20-----	1.5	8	1.0	8	0.8	8
30-----	2.5	12	2.0	10	1.5	8
40-----	4.0	20	3.0	15	2.7	13
50-----	5.7	28	4.4	22	-----	-----
60-----	7.8	38	6.5	32	-----	-----

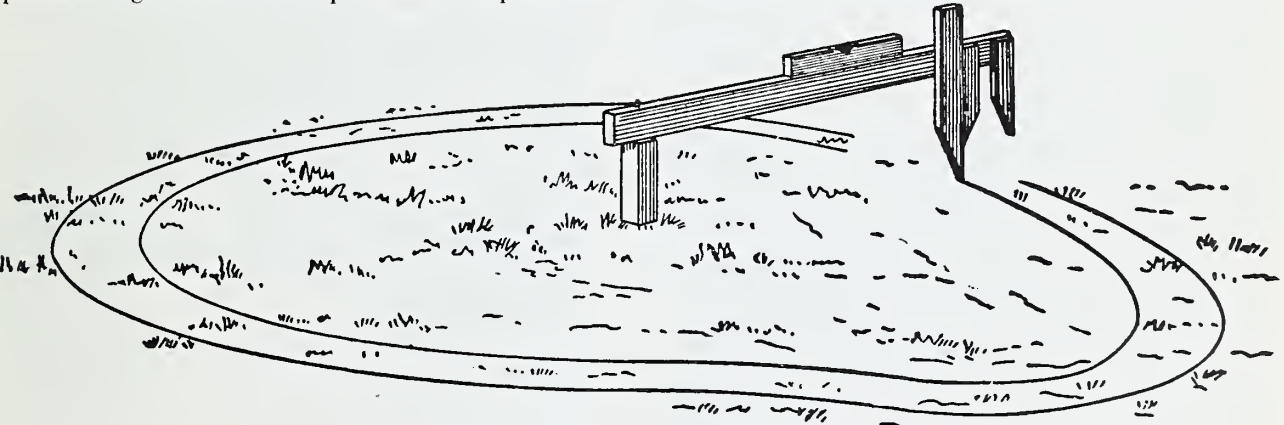


Figura 1. Método para poner los cimientos de un silo.

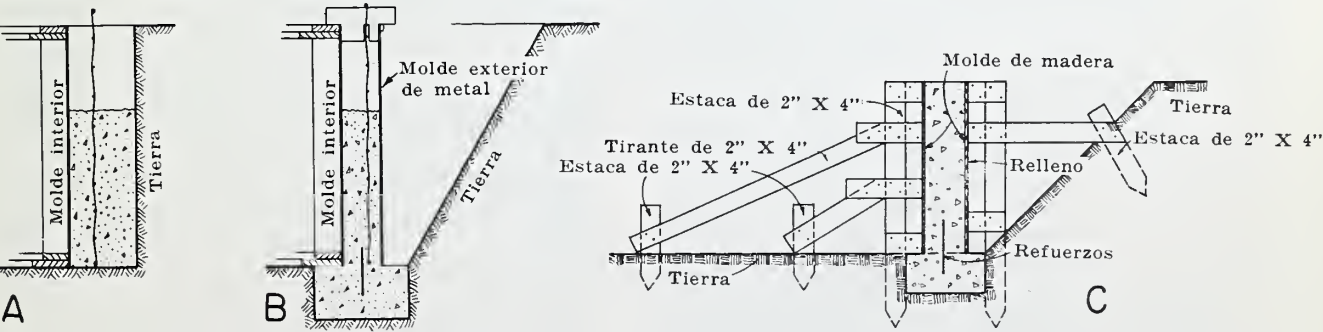


Figura 2. A, método para construir los cimientos sin base para un silo monolítico en terreno firme; B, método empleado para un silo monolítico cuando es necesaria la base; C, moldes contruïdos para paredes de cimientos.

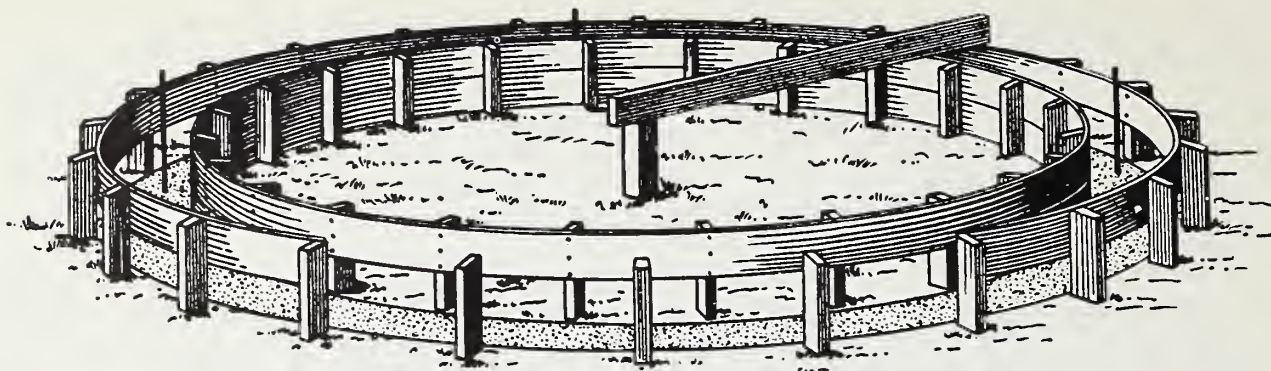


Figura 3. Moldes para cimientos que sobresalen del terreno, parcialmente recubiertos de madera.

automática han mostrado que a veces el peso total del ensilaje se carga sobre las paredes cuando comienza la alimentación.

La carga esperada sobre los cimientos por pie de circunferencia de las paredes del silo de diferentes alturas y el tamaño de la base necesaria aparecen en la tabla 6. El tamaño de la base es aplicable a terrenos secos, firmes, con una capacidad de sustentación de 2.5 toneladas, cuando menos, por pie cuadrado. Si se planea construir un silo alto o un silo de autoalimentación por el fondo, consúltese a un constructor local de confianza acerca del valor de sustentación del subsuelo y del tamaño de la base que ha de usarse.

Constrúyase la base de concreto sobre un tipo uniforme de tierra normal, nunca parcialmente sobre roca y en parte sobre tierra. Rellene, también, los lugares bajos con concreto, para nivelar la excavación del fondo para la base: nunca se use tierra suelta.

La pared de los cimientos debajo del nivel del terreno puede hacerse de concreto, de ladrillo requemado (de 8 pulgadas de grueso), o de piedras planas, duras (de no menos de 12 pulgadas de espesor). Asíéntense los cimientos de ladrillo y piedra en cemento Portland, no en mortero de cal. Las paredes de concreto son más fuertes que las de ladrillo o de piedra y permiten un anclaje mejor de la superestructura. Refuércense las paredes de los cimientos de encima del terreno de la misma manera que las paredes de arriba.

La profundidad de la base no deberá ser menor de 8 pulgadas ni menos que la diferencia en ancho entre la pared de los cimientos y la base. Por ejemplo, una base de 20 pulgadas de ancho en la que se apoya una pared de cimiento de 8 pulgadas de ancho no deberá tener menos de 12 pulgadas de profundidad.

Póngase los cimientos para un silo redondo de la manera siguiente: empléese un escantillón de 2×4 pulgadas un poco más largo que la mitad del diámetro del silo más el ancho de la pared de los cimientos.

Clávese una estaca en el suelo en el lugar donde ha de quedar el centro del fondo del silo. Luego, clávese un clavo largo en uno de los extremos del escantillón para unirlo a la parte superior de la estaca. Desde este clavo, médase en el escantillón la distancia a la parte exterior de la pared de los cimientos o de la base y clávese un marcador para trazar la línea de los cimientos, según se ilustra en el grabado 1.

Si el lugar elegido para la construcción no está plano úsese un marcador más largo. Manténgase horizontal el escantillón mientras se mueve alrededor del círculo y levántese y bájese el marcador mientras se hace el trazo de los cimientos. Si el terreno es muy desigual y es difícil trazar una línea continua, háganse puntos distanciados unas cuantas pulgadas y únense después.

Muévase el marcador hacia la estaca del centro a una distancia igual al ancho de la pared o base y trácese un segundo círculo para marcar el lado interior de los cimientos.

Si el terreno es firme, podrá no necesitarse una base para los cimientos, sino que puede vaciarse el concreto directamente en el foso para hacer los cimientos (figura 2, A). Al vaciar el concreto hay que evitar, cuidadosamente, que caiga tierra suelta de las orillas superiores de las paredes del foso dentro del concreto fresco. Esto podrá debilitar considerablemente la pared de los cimientos. Protéjase la pared de tierra con un forro de papel embreado mientras se vacía el concreto. Úsese una plomada para poder cavar perpendicularmente las paredes.

Si hay peligro de que se derrumbe la tierra, constrúyanse los cimientos según se ilustra en la figura 2, B y C. Déjese espacio para colocar y retirar el molde exterior. Gran número de los fracasos de las estructuras de piedra o de ladrillo han sido ocasionados por cimientos insuficientes o malos. Hay que tener la seguridad de que la base de concreto es suficientemente grande para la carga que ha de soportar, según se

ilustra en la tabla 6 y debe construirse según se indica en el grabado 2, B y C.

La figura 3 muestra la forma de hacer los moldes para la pared de los cimientos que sobresalga del terreno y la manera de colocar los tirantes para reforzar las paredes. Los tirantes podrán ser pernos para metales, hierro en tiras, pernos de ojo o hierro para reforzar, dependiendo del tipo de silo. Espáciense los tirantes de forma que puedan sujetarse fácilmente y proporcionen un anclaje firme a la pared. Para los silos de piedra o de ladrillo, extiéndase el refuerzo de la pared hasta los cimientos o la base. Para los silos de duela de madera hágase el diámetro interior de la pared de los cimientos 4 pulgadas menor que el interior del silo. De esta manera se proporciona un saliente de 2 pulgadas entre el interior de la pared del silo y el interior de los cimientos, como margen para la contracción y expansión de las duelas y para imperfecciones en la pared.

Si se usa concreto, los informes siguientes son útiles:

Exceptuando cuando se trata de silos muy grandes, el concreto hecho de una parte de cemento, 2½ partes de arena y 4 partes de grava, es apropiado para los cimientos.

Usese cemento portland ordinario; consérvense los sacos de cemento en un lugar seco y no sobre el suelo. Consígase una buena arena gruesa, limpia y un agregado grueso limpio de grava o confitillo de un tamaño graduado de ¾ a 1½ pulgadas. Mézclese bien este material con agua limpia exenta de ácidos o de álcali. El agua potable es apropiada para preparar el concreto; no se use el agua de desagüe del corral de la granja ni tampoco agua fangosa. Mézclese el concreto hasta que tenga una consistencia adecuada para trabajarlo, empleando la menor cantidad de agua que permita vaciarlo fácilmente en los moldes, sin que quede demasiado aguado; usualmente, la cantidad suficiente es de 4 ó 5 galones, aproximadamente, de agua por saco de cemento, dependiendo del estado de sequedad del agregado. Apisónese bien el concreto para eliminar bolsas de aire.

Aun cuando puede hacerse un concreto satisfactorio mezclándose a mano, es recomendable mezclarlo a máquina. En la tabla 7 se proporcionan unas mezclas usadas comúnmente para morteros, mezclas, bases y paredes y puede emplearse para calcular la cantidad de material necesario. Un saco de cemento es, aproximadamente, igual a 1 pie cúbico.

Folleto útiles sobre la mezcla y colocación del concreto pueden obtenerse con la mayoría de los comerciantes que venden cemento.

Pisos y desagües.... Los pisos pueden ser la tierra natural del lugar, un relleno poroso de concreto o de piedra o ladrillo. Los pisos de concreto y de piedra y de ladrillo son más fáciles de limpiar y evitan que

Tabla 7. *Proporción y cantidad aproximada de materiales necesarios para preparar una yarda cúbica de concreto sobre el terreno*

Proporción			Cantidad ¹		
Cemento	Arena	Grava o piedra	Cemento	Arena (húmeda y suelta)	Grava (suelta)
			Sacos	Yardas cúbicas	Yarda cúbica
1	1.5	-----	15.5	0.86	-----
1	2.0	-----	12.8	.95	-----
1	3.0	-----	9.6	1.07	-----
1	2.0	3.5	6.5	.48	0.84
1	2.5	4	5.6	.52	.83

¹ Las cantidades podrán variar hasta en un 10%, dependiendo del agregado.

las ratas excaven debajo de la pared de los cimientos, pero aumentan considerablemente el costo del silo. Cualquiera que sea la clase de piso proporciónese un desagüe adecuado. Las aguas que destila el ensilaje no se mueven verticalmente a través de la masa de éste. Por tanto, proporciónense canales de desagüe alrededor de la pared del silo, según se indica en el grabado 4, A, B y C. El ensilaje que contiene más del 74% de humedad o que está compuesto de material muy finamente partido necesita canales verticales de desagüe en la pared. Los tubos, palos largos o listones de madera de 2 × 4 colocados contra la pared con una separación aproximada entre sí de 4 pies (según se indica en el grabado 4, C) permiten que las aguas formadas en el ensilaje, por la presión del material colocado arriba, se escurran hacia el desagüe del piso. Si el ensilaje contiene más del 74% de humedad, llévense los palos hasta una distancia de 5 pies de la parte superior del ensilaje.

Háganse los pisos de concreto y de piedra y ladrillo, cuando menos, de un grueso de 4 pulgadas, con un declive aproximado de ½ pulgada por pie desde la pared hasta el desagüe y extiéndanse los canales radialmente desde el desagüe hasta la pared (grabado 4, A). Los canales permiten que las aguas del ensilaje que se filtran hacia abajo a lo largo de las paredes o de los desagües verticales lleguen al desagüe del piso.

Refuerzos. Todos los silos deben estar reforzados para soportar la extraordinaria presión que ejerce el ensilaje y que puede reventarlos, y las fuerzas de los vientos violentos que pueden destruirlos o echarlos abajo. El refuerzo necesario depende de las dimen-

siones del silo. Las presiones laterales en los silos varían de acuerdo con el diámetro y altura del silo y con el tipo y contenido de humedad del material ensilado. En los experimentos practicados en cooperativa por el Servicio de Investigación Agrícola y la Estación Experimental Agrícola de Nueva Jersey, se midieron las presiones en 20 pruebas separadas durante un período de 7 años. Los resultados muestran que el cálculo de las presiones (en libras por pie cuadrado de superficie de la pared a una altura determinada exenta de peligro para todos los tipos de ensilaje con un contenido máximo de humedad del 74%) puede basarse en las fórmulas siguientes:

Diámetro del silo

14 pies o menos: Presión Lateral = $da^{1.2}$

2.56

16 pies o más: Presión Lateral = $da^{1.45}$

5

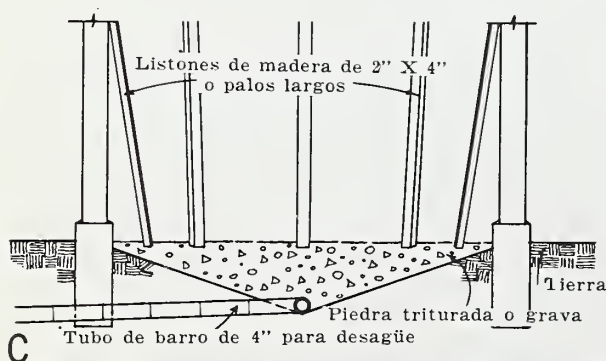
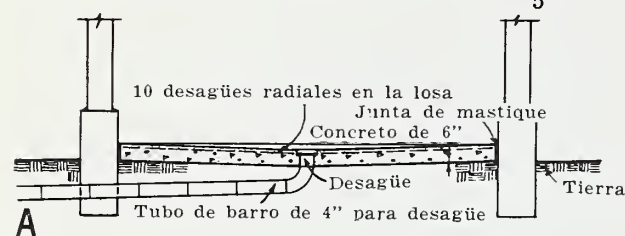


Figura 4. A, piso de concreto con canales radiales de desagüe inclinados desde la pared hasta el desagüe central; B, piso granular (grava o piedra triturada) con desagüe circular de tubo de barro; C, piso granular con drenaje central mostrando los canales verticales de desagüe para el ensilaje de alto contenido de humedad.

Tabla 8. Espaciamiento de 9/16 de pulgada de los aros en los silos de duela¹

Distancia del aro debajo de la parte superior (pies)	Espaciamiento para un silo con un diámetro de -					
	10 Pies	12 Pies	14 Pies	16 Pies	18 Pies	20 Pies
	Pulgadas	Pulgadas	Pulgadas	Pulgadas	Pulgadas	Pulgadas
0 -20-----	30	30	30	30	30	30
20 -22½-----	30	30	30	15	15	15
22½-25-----	30	30	30	15	15	10
25 -27½-----	30	30	30	15	15	10
27½-30-----	30	30	15	15	10	10
30 -32½-----	30	30	15	15	10	10
32½-35-----	30	30	15	10	10	7½
35 -37½-----	30	15	15	10	7½	7½
37½-40-----	30	15	15	10	7½	6
40 -42½-----	-----	15	15	10	7½	6
42½-45-----	-----	15	15	10	6	5

¹ Todos los aros han de tener hilo de rosca para tuerca y una tuerca del tamaño inmediatamente superior. Usense aros de 5/8 de pulgada si no pueden obtenerse 9/16 de pulgada. Las cifras en esta tabla se basan en una tensión de trabajo segura de 20,000 libras por pulgada cuadrada (para los ensilajes que contengan hasta 74 por ciento de humedad). Para los ensilajes con un contenido de humedad superior al 74 por ciento, proporcionense canales verticales de desagüe en la superficie interior de las paredes del silo.

Las iniciales *da* en las fórmulas corresponden a diámetro y altura del silo en pies. El ensilaje con un contenido mayor del 74% de humedad produce, sin embargo, presiones más elevadas que ejercen una tensión sobre el refuerzo mayor de las 20,000 libras por pulgada cuadrada que es la tensión de trabajo exenta de peligro. Las paredes del silo deberán tener canales verticales de desagüe en la superficie interior cuando ha de almacenarse ensilaje muy húmedo (con un contenido de humedad en exceso del 74%).

Refuércense los silos de madera, de bloques huecos o duelas de concreto, con aros colocados alrededor en la parte exterior, según se indica en la tabla 8. Refuércense los silos hechos de bloques huecos, ladrillo o bloques de concreto, con alambre, varilla redonda o cuadrada, o hierro plano colocados en las juntas de mortero entre cada capa o hilada (tabla 9). Es preciso espaciar y apretar adecuadamente los aros. Para evitar que ceda y se averíe la rosca de los tornillos dése a cada tuerca las suficientes vueltas para que aparezcan varios hilos del tornillo fuera de ella. Usense aros con hilo de rosca para tuerca (con objeto de no reducir el área transversal de la varilla) y el tamaño de tuerca inmediatamente superior.

Los aros pueden ser corrientes o galvanizados. Píntense los aros corrientes, para evitar que se debiliten por oxidación y que produzcan manchas de mal aspecto en las paredes.

Pueden reforzarse los silos de concreto monolíticos con varillas de acero, barras o tela de alambre

si se usa suficiente material de refuerzo para soportar la presión. La tela de alambre de acero ordinario tejida o soldada que se usa para reforzar los silos, de un ancho de 32" a 36", con alambres horizontales que varían desde el núm. 9 al núm. 3 o más gruesos es la que conviene usar y puede obtenerse a un costo razonable. La tensión horizontal por pie cuadrado de este refuerzo deberá corresponder a los tamaños proporcionados en la tabla 9. Este alambre es fácil de colocar y conservar en posición mientras se está llenando el molde. El alambre usado para refuerzo no deberá tener dobleces ni enrolladuras cortantes y, para que sea más efectivo, deberá estar colocado a una distancia no mayor de 1" a 2" de la superficie de la pared exterior (grabado 2, B). No se use alambre viejo o maltratado de tensión desconocida.

Puertas y entradas. Las puertas de los silos deberán cerrarse herméticamente para evitar la entrada del aire y deberán estar alineadas con la pared interior, para evitar la formación de bolsas de aire cuando se asiente el ensilaje. Los marcos de las puertas deberán ser fuertes para resistir la presión del ensilaje.

En general se usan dos clases de aberturas para las puertas: intermitentes y continuas. Un tamaño común para las puertas es de 20" de ancho $\times$ 30" de alto. El espacio vertical entre las puertas intermitentes es de 2½ a 3 pies.

Una entrada continua es conveniente para extraer el ensilaje, pero es necesario tener cuidado especial en la colocación del marco de la puerta para lograr la fuerza deseada. Las puertas podrán moverse sobre ganchos o bisagras, para que puedan cerrarse o reemplazarse cuando se vacíe el silo; este método reduce las corrientes en el silo, hace que sean más cómodas las condiciones de trabajo y evita la pérdida o el extravío de las puertas.

Canales. Es conveniente que todos los silos tengan un canal para evitar la diseminación del ensilaje. Cuando se construya el marco de la puerta háganse los arreglos necesarios para poder fijar un canal. Las varillas de refuerzo a través de una puerta continua sirven de escalera. En otras puertas fíjese una escalera al canal. La subida al silo será más fácil y más segura si el canal no es demasiado largo (aproximadamente de 30" de ancho y de 27" a 30" de profundidad).

Tejados. Aunque un tejado no es esencial, es aconsejable por varias razones. Un tejado: 1) aumenta la estabilidad, apariencia y vida del silo; 2) retarda la congelación; 3) reduce el daño del ensilaje, protegiéndolo de la lluvia y de la nieve; 4) protege

Tabla 9. Número de piezas de alambre Núm. 3 para reforzar o de barras redondas de 3/8" necesarias en los silos construidos de piedra o de ladrillo para refuerzo horizontal, espaciados a intervalos de 1 pie¹

Distancia debajo de la parte superior (pies)	Piezas de refuerzo para silos de un diámetro de					
	10 Pies	12 Pies	14 Pies	16 Pies	18 Pies	20 Pies
	Número	Número	Número	Número	Número	Número
0 -----	1	1	1	1	1	1
1 -----	0	0	0	0	0	0
2 -----	0	0	0	0	0	0
3 -----	1	1	1	1	1	1
4 -----	0	0	0	0	0	0
5 -----	0	0	0	0	0	0
6 -----	1	1	1	1	1	1
7 -----	0	0	0	1	1	1
8 -----	0	1	1	1	1	1
9 -----	1	0	1	1	1	1
10 -----	0	1	1	1	1	2
11 -----	1	1	1	1	2	2
12 -----	0	1	1	1	2	2
13 -----	1	1	1	2	2	2
14 -----	0	1	1	1	2	2
15 -----	1	1	1	2	2	2
16 -----	1	1	2	2	2	3
17 -----	1	1	1	2	2	3
18 -----	1	1	2	2	3	1
19 -----	1	1	1	2	2	2
20 -----	1	2	2	3	3	1
21 -----	1	1	1	2	2	2
22 -----	1	2	2	3	1	2
23 -----	1	1	2	3	2	2
24 -----	1	2	2	3	2	2
25 -----	1	1	2	3	2	2
26 -----	1	2	2	2	2	2
27 -----	1	1	2	1	2	3
28 -----	2	2	3	2	2	2
29 -----	1	2	2	1	2	3
30 -----	2	2	3	2	2	2
31 -----	1	2	2	2	2	3
32 -----	2	2	3	2	3	3
33 -----	1	2	2	2	2	3
34 -----	2	2	3	2	3	3
35 -----	1	2	3	2	2	3
36 -----	2	3	2	3	3	4
37 -----	2	2	1	2	3	3
38 -----	2	3	2	3	3	4
39 -----	2	2	1	2	3	4
40 -----	2	3	2	3	3	4
41 -----	2	2	1	2	4	4
42 -----	2	3	2	3	3	5
43 -----	2	3	1	3	4	4
44 -----	2	3	2	3	3	5
45 -----	2	3	2	3	4	5

¹ El área transversal del alambre número 3 de refuerzo es de 0.0467 de pulgada cuadrada; para las varillas de 3/8 de pulgada es de 0.1105 de pulgada cuadrada. Todas las cifras debajo de la línea horizontal son para barras redondas de 3/8".

El espaciamiento puede hacerse con intervalos de 4, 8, 12, 15, 24 ó 30 pulgadas, de acuerdo con el tipo de material y el tamaño de unidades empleado. Las cifras en esta tabla se basan en una tensión de trabajo exenta de peligro de 20,000 libras por pulgada cuadrada (para ensilajes que contengan hasta un 74 por ciento de humedad). Háganse canales verticales de desagüe en la superficie interior de las paredes del silo para los ensilajes con un contenido de humedad superior al 74 por ciento.

al descargador del silo de los cambios atmosféricos; 5) evita que las palomas y los gorriones se alimenten con el ensilaje, y 6) se hace más agradable el trabajo de extracción del ensilaje. Una puerta sencilla de trampa en el tejado, que admita el transportador del ensilaje o el tubo ventilador, es suficiente, pero una ventana vertical con vidrios, que sirva de lucera en el tejado, reduce la necesidad de luz artificial. Si se dispone de electricidad, las luces con reflectores en la parte superior del canal del tejado son sumamente útiles y deberán instalarse al construirse el silo. La puerta para llenar el silo deberá ser fácilmente accesible desde una escalera o desde el canal y deberá instalarse una plataforma de trabajo para las personas que manejan el tubo o el elevador que sirve para llenar el silo.

Los tejados a la holandesa, de cúpula y de media pendiente, son los que economizan más espacio y proporcionan más lugar verticalmente para un llenado máximo (grabado 5). La forma de anclaje para la viga maestra del tejado varía de acuerdo con el tipo de construcción. En los silos de duelas pásense pernos plegables a través de la viga maestra y fíjense en la parte superior de las duelas. En los silos hechos de piedra o ladrillo, fíjense, en concreto, pernos de anclaje (grabado 6) o bien en las hiladas superiores de ladrillo o de bloques huecos. Con una capa delgada de concreto vaciada en un molde metálico se hace un tejado fuerte y duradero para los silos construidos de piedra o de ladrillo. Pueden adquirirse también tejados prefabricados de metal galvanizado o de alu-

minio con secciones móviles que se abren para permitir el llenado del silo hasta arriba.

Protección contra los rayos. El silo es usualmente el edificio más alto en la granja y constituye una atracción natural para los rayos. La destrucción de los silos o un perjuicio grave a los construidos de piedra o de ladrillo puede reducirse considerablemente con la instalación de pararrayos.

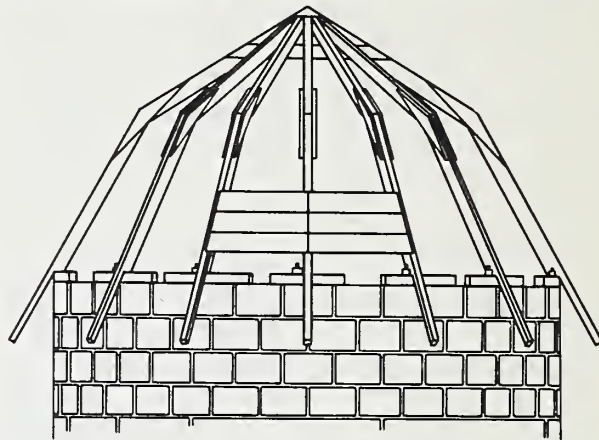
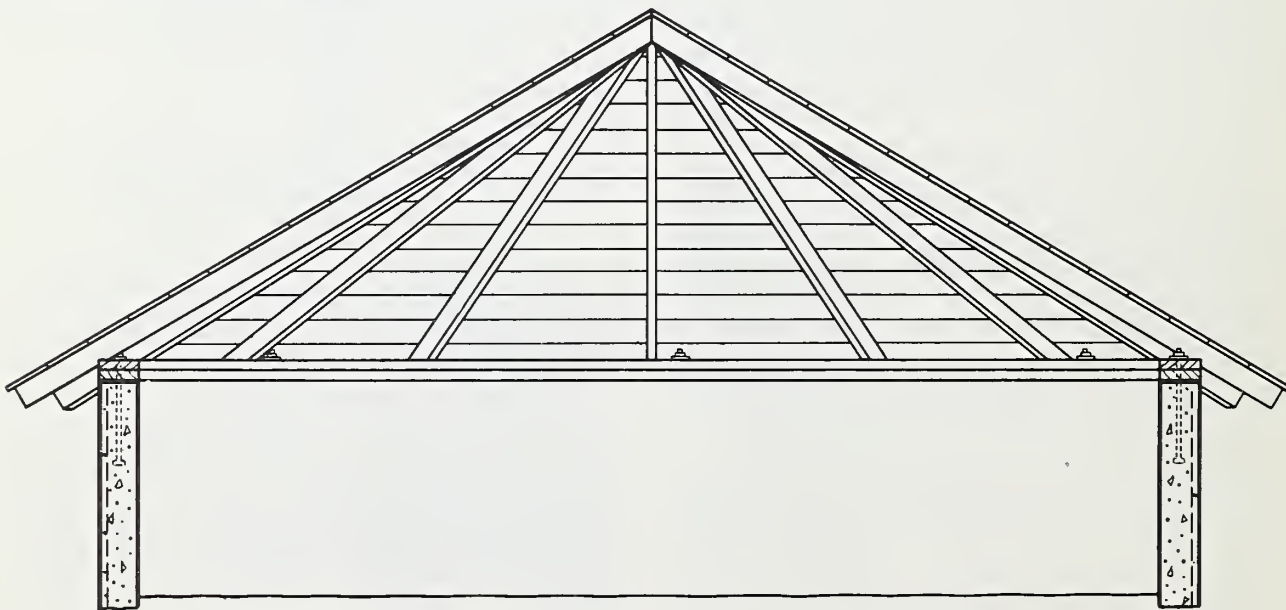


Figura 5. Armazón para un tejado a la holandesa.

Sujétese firmemente el extremo aéreo en la parte más alta del tejado y conéctese el cable que se extiende hasta el terreno fijándolo, firmemente, con escarpas fuertes a las paredes y al tejado del silo. Para completar la conexión eléctrica, alárguese el conductor descendente hasta un terreno que tenga de 8 a 10 pies de profundidad, hasta que se alcance tierra per-

Figura 6. Construcción de un tejado inclinado, mostrando el anclaje de la viga maestra a una pared de piedra o de ladrillo.



manentemente húmeda. Colóquese el conductor descendente donde no puedan dañarlo fácilmente los carros o camiones y protéjase debidamente en caso necesario. Si el establo y el granero tienen pararrayos conéctese el conductor descendente al conductor descendente más cercano en el extremo del establo.

Andamiaje. La seguridad es de primordial importancia en la erección del andamiaje. En la construcción o reparación de silos altos es particularmente importante que los soportes del andamiaje se coloquen a plomo y se refuercen firmemente. Es recomendable fijarlos a una profundidad de 4 a 6 pulgadas en el suelo. Los soportes de madera de 2" $\times$ 4" doblados y encimados en las juntas son recomendables. Sin embargo, las estacas largas rectas frecuentemente cuestan menos. El número de soportes necesarios varía de 7, para un silo pequeño, hasta 17 o más para uno mayor cuando se usa andamiaje interior (grabado 7). Sujétense los soportes a un poste central.

Aun cuando en la erección de la mayoría de los silos se usa andamiaje interior, se necesita un andamiaje exterior para construir un silo de duelas de madera. El andamiaje exterior está compuesto de pares de postes verticales, conectados con barras horizontales espaciadas a intervalos para la plataforma de trabajo. Se necesitan de 8 a 18, o más, de estos pares. Colóquense los postes interiores, aproximadamente, a 1½ pies de la pared del silo, para dejar un espacio despejado de trabajo y conéctense los pares con refuerzos horizontales y diagonales, según se ilustra en el grabado 8.

Tratamientos de las paredes en silos nuevos y viejos. Cualquier pintura o tratamiento que se aplique a las paredes de un silo nuevo es preferible que se ejecute antes de quitar el andamiaje. La superficie interior de las paredes deberá estar lisa. Cualquier recubrimiento aplicado deberá tener un acabado uniforme y duradero, ser resistente a los ácidos del ensilaje y ser capaz de impedir la penetración de aire y de agua. Entre los recubrimientos más usuales que tienen eficacia durante varias estaciones se encuentra el asfalto y algunas de las pinturas con base de caucho (para cualquier clase de pared) y el yeso y el baño de cemento (para las paredes de piedra o de ladrillo). Varios preparados nuevos con bases de resinas fenólicas o plásticas protegen de 4 a 10 años el concreto o las construcciones de piedra o ladrillo. Pueden obtenerse con la mayoría de constructores de silos. Las duelas de madera creosotadas a presión no necesitan otro tratamiento.

Los ácidos del ensilaje no afectan a los bloques huecos de vidriado fuerte y por esta razón algunos fabricantes hacen un tipo especial de bloques pa-

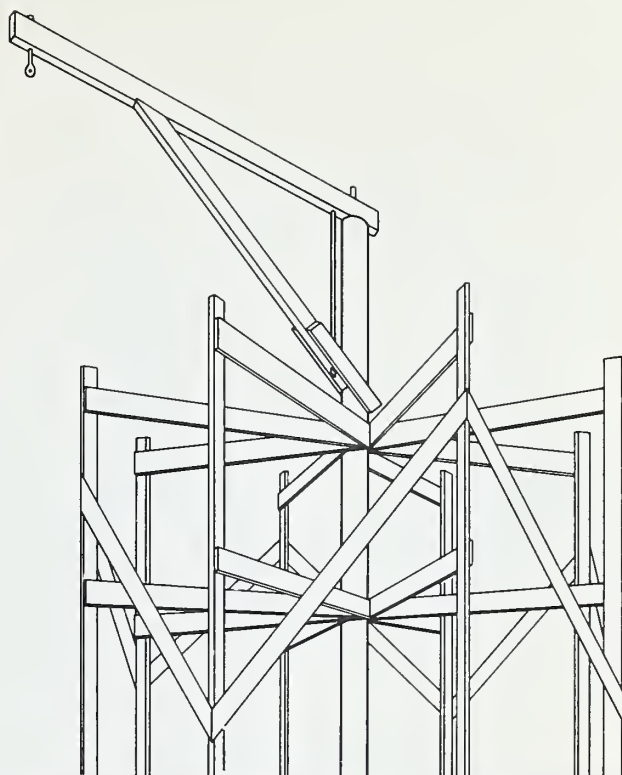


Figura 7. Sección superior de un andamiaje interior mostrando el aparato rotatorio para elevar el material.

ra silos que se ajusta perfectamente bien en la parte interior, dejando expuesta una cantidad muy pequeña de mortero. No afectan los ácidos del ensilaje a una duela de bloques huecos que se emplea con mastique en las uniones verticales y horizontales. El concreto bien preparado, que tenga una absorción de menos del 5%, es altamente resistente a estos ácidos, pero si se mezcla descuidadamente y se trabaja mal, el resultado podrá ser que se deteriore rápidamente. El tratamiento especial de la superficie interior de un silo no protegerá adecuadamente a un concreto de mala calidad. Es mucho mejor emplear un concreto de alta calidad en la misma pared del silo. Una capa de cemento y agua que tenga la consistencia de pintura espesa podrá aplicarse a la pared humedecida de concreto para cubrir pequeñas irregularidades. Entre los recubrimientos mejor conocidos para evitar la acción de los ácidos del ensilaje, por períodos de 1 a 3 años, se encuentran los preparados de aceite de linaza al natural o hervido y los de asfalto. Cuando se aplica aceite de linaza, la primera capa podrá diluirse con una parte de trementina por cuatro partes de aceite de linaza, para obtener mejor penetración. Este recubrimiento puede renovarse anualmente, según se necesite.

Los ácidos del ensilaje atacan el metal galvanizado. Por lo tanto, píntense los silos nuevos contruidos de

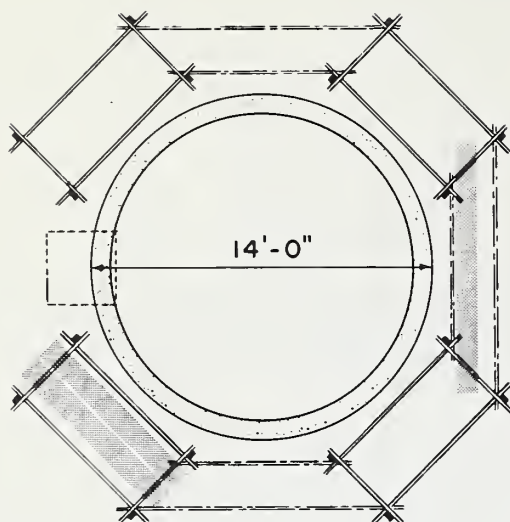


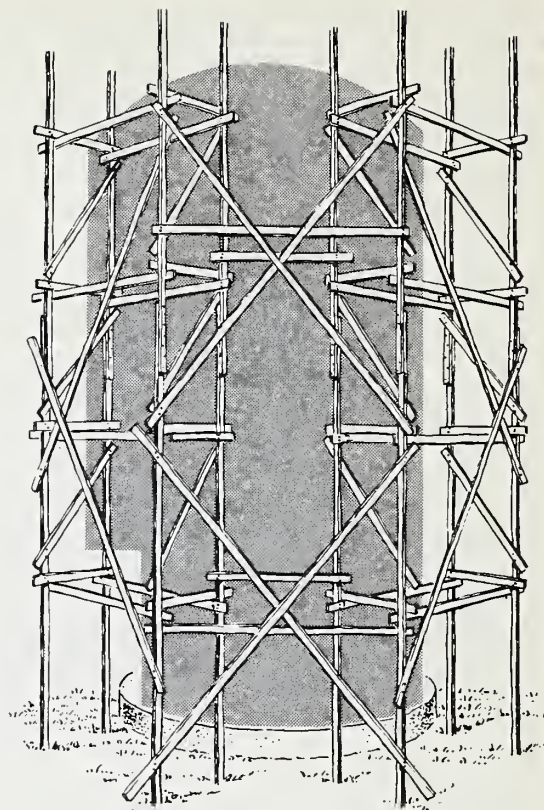
Figura 8. Andamiaje exterior para la erección de un silo de madera o para la reparación de cualquier silo.

este material, en la parte interior, con aceite de linaza o con uno de los preparados comerciales que pueden obtenerse para este fin. La pintura de escamas de aluminio en el exterior mejora la apariencia del silo.

Los cuidados de mantenimiento y reparación adecuados aumentan la vida de un silo. Algunos granjeros pintan sus silos con un preparado de bajo costo cada año, después de que se ha consumido el ensilaje. Otros aplican recubrimientos más duraderos en períodos que varían de 3 a 5 años o más.

Puede reacondicionarse un silo viejo construido de piedra o de ladrillo que tenga malas juntas de mortero, limpiando las paredes, rellenando las juntas y grietas con un mortero rico de cemento y luego pintándolas con un preparado de plástico o asfáltico. Esta operación tiene gran importancia cuando se trata de paredes de ladrillo o de bloques, en que el refuerzo se encuentra entre las hiladas, pues una vez que este refuerzo se ha caído por oxidación no puede reemplazarse sin demoler el silo. Si hay filtraciones de agua en las paredes, puede agregarse un recubrimiento de mezcla rica de cemento y, comprobando la cantidad de refuerzo, para determinar si se necesitan bandas adicionales para evitar el exceso de tensión.

Las duelas de concreto deberán protegerse de manera similar contra los daños que pueden causarles



los líquidos del ensilaje. Puesto que generalmente tienen un grueso de $2\frac{1}{2}$ a $3\frac{5}{8}$ pulgadas no existe un gran margen de seguridad para reducir la solidez de las paredes. Si las duelas se adelgazan mucho más, podrán romperse cuando el silo esté lleno. Las paredes de concreto monolítico bien hechas necesitan poca atención, excepto pintarlas. Si el concreto era de mala calidad y los ácidos del ensilaje lo han hecho muy áspero podrá ser necesario raspar, limpiar con cepillo metálico o por chorro de arena y lavar las paredes perfectamente, y después de remojarlas con agua, recubrirlas con una capa de mezcla rica de cemento.

Las partes podridas de las paredes de los silos de madera pueden reemplazarse, pero es mejor conservar todas las paredes pintadas. Las pinturas de plomo contaminan el ensilaje con su contenido venenoso de plomo y nunca deben usarse. El creosotado es probablemente el tratamiento más usado para las paredes de madera.

Un silo de metal deberá conservarse pintado desde el momento de su erección, pues poco puede hacerse una vez que se oxida el metal. Los parches pueden fijarse con pernos o tornillos o remacharse sobre áreas dañadas pequeñas, pero un silo dañado de esta manera no es probable que continúe en servicio útil durante mucho tiempo. Cuando la corrosión acaba de

empezar puede detenerse, usualmente, mediante una limpieza perfecta y la pintura. Si el silo presenta fugas en las uniones de las hojas de metal pueden reemplazarse los pernos o tornillos viejos, paulatinamente, substituyendo unos cuantos cada vez. Las uniones deberán rellenarse con mastique antes de apretar los tornillos.

Silos monolíticos de concreto

Los silos de concreto, bloques huecos y ladrillo, tienen una forma cilíndrica. Los silos de concreto podrán ser de duelas, bloques o de una construcción monolítica. La palabra "monolítica" en la forma que aquí se usa significa una pared de concreto maciza o de una sola pieza. Los silos de bloques huecos y de ladrillo difieren principalmente en el tamaño y forma de las unidades. A causa de su peso, el flete puede ser un factor de importancia en el costo; sin embargo, estos materiales se fabrican en muchas partes del país.

Los silos monolíticos de concreto se han construido en la mayor parte de las regiones en Estados Unidos y muchos están todavía en servicio después de 40 años de uso continuo. Cuando se construyen de concreto compacto y duro necesitan muy poco trabajo de mantenimiento. Sin embargo, los altos costos de los moldes y de la mano de obra y la reducción en

la cantidad de tiempo de que un granjero puede disponer para dedicarlo a construir por sí mismo, han sido la causa de que se prefieran otros tipos de silos de piedra y ladrillo. Pueden obtenerse instrucciones para la construcción de silos monolíticos de concreto dirigiéndose a la Portland Cement Association, 33 West Grand Avenue, Chicago 10, Ill.

La mayoría de los silos monolíticos los construyen actualmente contratistas locales que usan moldes de metal. Algunos contratistas usan un proceso continuo en el cual moldes patentados se colocan lenta pero continuamente a medida que se vacía el concreto.

Con un trabajo cuidadoso y obreros entrenados, puede construirse un silo satisfactorio de mediana altura con una pared de 4", pero la mayoría de los constructores encuentran que las paredes de 6" son más fáciles de construir. Deberá construirse la pared del mismo grueso hasta arriba, a causa de la dificultad de ajustar los moldes para una pared de grueso decreciente.

Silos de duelas de concreto

En muchas partes de los Estados Unidos pueden obtenerse duelas de concreto para construir las paredes de los silos. Tienen generalmente un ancho de 10", 30" de largo y 2½" de grueso. Las duelas están unidas con aros, las juntas están obturadas y la superficie está acabada con mezcla de cemento o con un baño de cemento y pintadas con un obturador de plástico (figura 9). El tamaño y espaciamiento de los aros se proporcionan en la tabla 3.

Al comprar duelas de concreto para un silo hay que cerciorarse de que el fabricante garantiza que cumplen con las normas exigidas para la construcción de silos de concreto para la granja publicadas por el Instituto Americano del Concreto, P.O. Box 4754, Redford Station, Detroit 19, Mich. Si se planea construir un silo excepcionalmente alto contrátense los servicios de un ingeniero competente para que diseñe los cimientos apropiados para las cargas excesivas de las paredes, debidas a las presiones del ensilaje y del aire. Los fabricantes de silos de duelas de concreto, generalmente, cotizan precios para un silo construido en la granja y frecuentemente para los cimientos.

Los marcos de concreto prevaciado para las puertas son, generalmente, los más satisfactorios para este tipo de silo. El canal que está hecho habitualmente de duelas necesita de 7 a 8, de una pared a otra del silo. Sosténgase el canal con una ménsula de hierro y sujétese al silo con aros complementarios.



Figura 9. Silo de duelas de concreto.

Silos de metal

Los silos de metal dan buen servicio si se cuidan adecuadamente. Para evitar la corrosión ocasionada por los ácidos del ensilaje, consérvese su interior pintado con aceite de linaza crudo o hervido o con alquitrán refinado o un preparado asfáltico. Algunas de las nuevas pinturas de plástico podrán proporcionar una protección más duradera, pero no han estado en servicio un tiempo suficientemente largo para poder determinar si son económicas para las paredes de los silos. Anclense firmemente los silos de metal para evitar los daños causados por el viento mientras estén vacíos. En los climas fríos, el ensilaje se congela más fácilmente y a mayor profundidad en los silos de metal que en la mayoría de los otros silos, pero se deshiela también con mayor rapidez. Probablemente pueda adquirirse un silo de metal completo en un lugar cercano a la granja. El fabricante puede instalarlo o puede hacerlo el granjero con ayuda de dos o tres hombres.

Silos de bloques huecos

Estos silos (figura 10) están contruidos de bloques huecos de arcilla ordinaria o vidriada moldeados especialmente para ajustarse a la curva de la pared.



Figura 10. Silo de bloques huecos con canal hecho del mismo material.

Cuando están bien contruidos con buenos bloques huecos, son muy duraderos y necesitan poco trabajo de mantenimiento. Considerando que se necesitan conocimientos especiales para construir estos silos, es recomendable que cuando se adquiriera uno se contrate que lo construya la compañía que lo vende y que lo entregue totalmente acabado.

También pueden obtenerse silos de duelas de bloques huecos. Se sujetan con juntas de espiga especiales y los intersticios entre las duelas se rellenan con mastique. El refuerzo se aplica en forma de aros al exterior. Puesto que los ácidos del ensilaje no afectan ni a las duelas ni al mastique, estos silos tienen larga vida con un trabajo mínimo de mantenimiento. El precio de venta de estos silos debe comprender el trabajo de erección.

Silos de ladrillo

Un buen ladrillo es apropiado para construir los silos si se puede obtener a un costo razonable y si el de su erección no es demasiado alto. Los ladrillos escogidos, de los que se emplean para pavimentar, se han usado también satisfactoriamente. Los silos de ladrillo pueden construirse tanto con paredes sencillas como dobles. La pared sencilla de 4" de grueso es la más común, puesto que requiere menos material y mano de obra.

Pueden adquirirse marcos prefabricados para puertas, travesaños para escaleras y pernos para las bandas prefabricadas de refuerzo. Los refuerzos prefabricados tienen la forma de bandas de lámina corrugada curvadas para adaptarse a los silos de diferentes tamaños. Si no pueden obtenerse refuerzos de este tipo, úsense varillas o alambre según las recomendaciones de la tabla 9. Colóquense los refuerzos entre las hileras de ladrillo, espaciados para que proporcionen el refuerzo necesario. Para un silo alto, que necesita un gran refuerzo por pie de altura, es mejor usar alambre o varillas más pequeñas en cada hilada o en hileras alternas que aumentar el tamaño de las juntas de mortero para proporcionar un refuerzo considerable.

Aunque pueden usarse canales de metal o de madera, los de ladrillo son mejores. Unanse a la pared del silo con conexiones de metal o de ladrillo y constrúyanse sobre vigas de acero de doble T. Pueden obtenerse instrucciones detalladas para construir silos de ladrillo dirigiéndose a la Brick Manufacturers' Association, Cleveland, Ohio.

Silos de duela de madera

El silo de duela de madera es el preferido entre los contruidos de este material. Los ácidos del ensilaje no atacan la madera y es, desde este punto de vista, un material ideal. Sin embargo, la madera se hincha y encoge según absorbe o pierde humedad. Esta es la causa de que frecuentemente el silo sufra averías causadas por el viento cuando está vacío, pues los aros se aflojan cuando se reseca. Por otra parte, a menos que se aflojen los aros cuando el silo está lleno, podrán aplastarse las orillas de las duelas cuando se hinche la madera al absorber humedad, y en casos extremos, las duelas podrán doblarse interiormente.

De las diferentes maderas disponibles, las de pino rojo de California, ciprés, pino de hoja larga, pino blanco, cedro y abeto de Oregon se consideran, generalmente, como las mejores para duelas de silo. El tratamiento con creosota hace que las maderas de menos duración sean más resistentes a la descomposición y reduce el encogimiento y la dilatación ocasionada por los cambios de humedad.

Algunas compañías fabricantes de silos ofrecen uno de duela forrado con una envoltura espiral sólida de madera. Estos silos son más resistentes a los daños causados por el viento, pues la envoltura de madera sostiene las duelas cuando el silo está vacío.

Silos de aros de madera

El silo de aros de madera está hecho con aros de madera delgada, forrados de madera terciada compuesta de varias láminas superpuestas o con un forro machihembrado vertical de una o dos pulgadas, preferentemente de dos pulgadas. Si se usa el material de una pulgada se recomienda usarlo doble, poniendo entre las dos piezas papel aislante para construcción. Se usan frecuentemente duelas cortas acabadas, más cortas que las que pueden usarse en los silos de duelas normales.

Anclaje de la pared de los cimientos. Deberán empotrarse en la pared de los cimientos de 4 a 6 tirantes de hierro en tiras de $\frac{3}{8}$ " $\times$ $1\frac{1}{2}$ " de 46" de largo, con el extremo inferior doblado dos pulgadas. En estas tiras de hierro háganse dos agujeros en cada una para pernos de $\frac{1}{2}$ ", uno a 2" y el otro a 24" del extremo superior de la tira. Colóquense los tirantes de hierro (figura 3 y 12) en la pared de los cimientos a $2\frac{3}{4}$ " más lejos del centro del silo que el interior de su pared, quedando el agujero inferior 4" arriba de los cimientos, de forma que puedan sujetarse

con pernos que pasen por los dos agujeros inferiores a la pared del silo.

Construcción de molde para los aros. Los aros se hacen en un molde. Para construirlo, clávese una estaca de 2" $\times$ 4" y córtese con una sierra a una distancia de 1' de altura sobre el terreno. Clávese con un clavo en la parte superior de esta estaca el extremo de una cinta unas cuantas pulgadas más larga que el radio del silo que ha de construirse. Médase desde el clavo 1" más de largo que el radio del silo y córtese allí la cinta. A 1" en dirección del extremo exterior de la cinta, clávese una estaca de 1" $\times$ 4" y de, aproximadamente, 20" de largo, hágase girar la cinta hasta la mitad del círculo y clávese otra estaca similar alineada con la primera y con la del centro; muévase nuevamente la cinta la cuarta parte de la circunferencia y clávese una tercera estaca, y colóquese una cuarta estaca en un lugar exactamente opuesto a la tercera estaca. Clávense estacas adicionales alrededor de la circunferencia de modo que el espacio entre ellas sea de 2', aproximadamente (figura 11). Sujétense a estas estacas piezas de madera colocadas verticalmente de 2" $\times$ 4" y de 6' de largo, aproximadamente, con sus orillas exteriores a plomo y alineadas con el extremo de la cinta que sirve para medir. Cuando todas estas piezas de madera estén colocadas, quítese la cinta de medir. Atense por la parte inferior todas las piezas de madera colocadas en lugares opuestos, empleando tiras de material para ribetear de 1" $\times$ 1" cortadas al diámetro exacto del molde, que es el mismo que el diámetro exterior de la pared del silo. Márquense estas tiras en el centro. Clávese la más baja en este punto a la parte superior de la estaca central y clávense las tiras restantes una a otra en estas marcas. Comenzando aproximadamente a 4' de distancia del suelo, átense las partes superiores de las piezas de madera de la misma forma. Todas las piezas de madera deben estar verticalmente a plomo. Sujétense con tirantes una a otra llevando, aproximadamente, cuatro de estos tirantes desde las piezas de madera hasta la estaca central.

Hechura de los aros. Los aros deberán hacerse con tiras de 4" $\times$ $\frac{1}{2}$ " de grueso o algo más delgadas de roble, olmo, fresno, pino o castaño. Habitualmente se hacen de tres láminas, excepto en el caso de silos extraordinariamente altos y anchos, en los cuales se emplean aros de cuatro láminas.

Para hacer los aros se hace una marca en la cara exterior de una de las piezas de madera, que se colocan verticalmente a una distancia aproximada de 6" sobre el suelo. Nivélase el terreno partiendo de esta marca y empleando un nivel de carpintero, y marcando cada una de las piezas de madera. Las

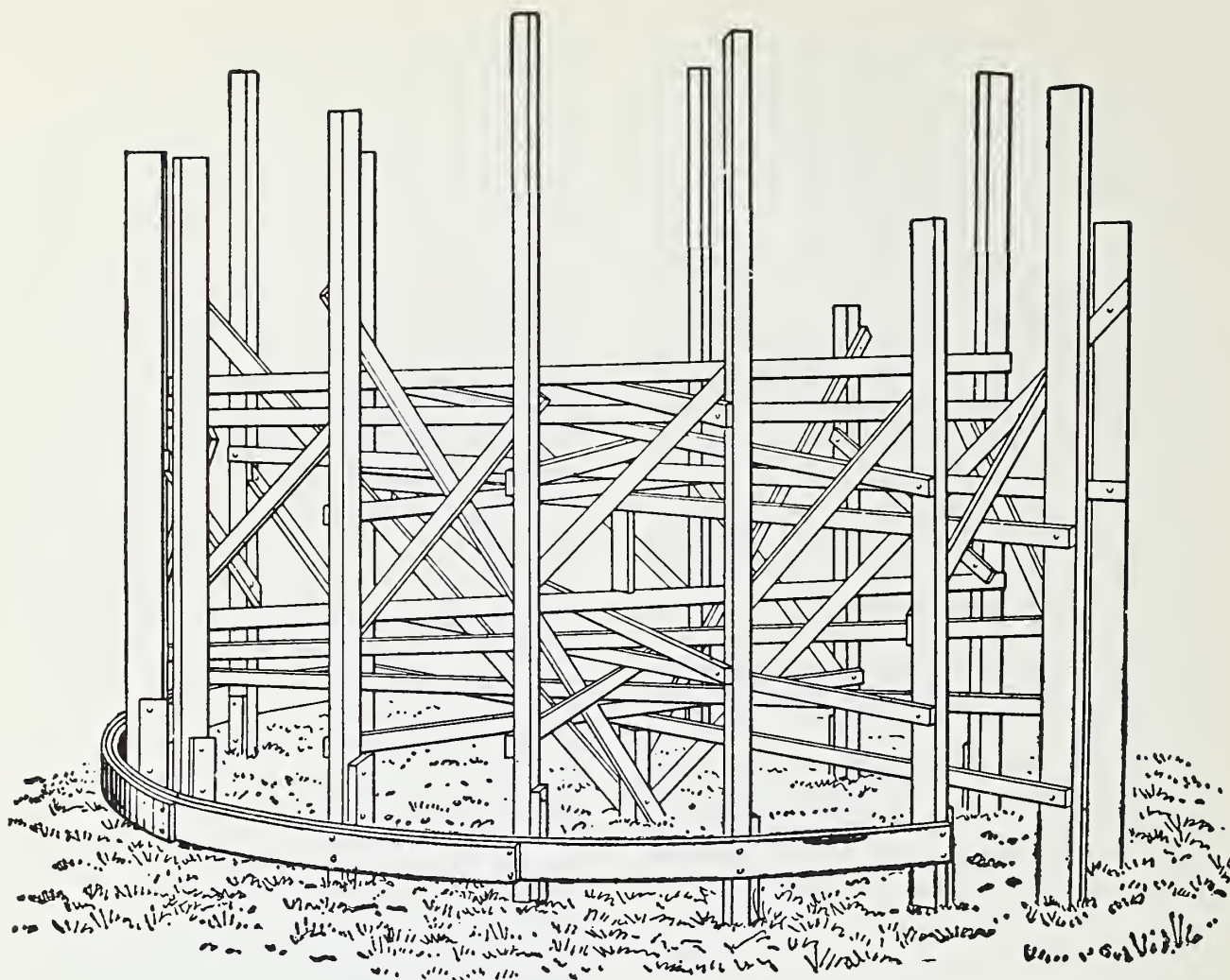


Figura 11. Molde para la construcción de aros para un silo de aros de madera.

marcas indican la posición de la orilla superior del primer aro. Sujétese, entonces, un extremo del material del aro a una de las piezas de madera de manera que se doble alrededor del molde, hacia la izquierda (figura 11); clávese a cada una de las piezas de madera verticales con la orilla superior alineada con la marca. Al llegar a la tercera pieza de madera comiencese la segunda lámina del aro; a la sexta, la tercera lámina; dóblense las tiras de madera alrededor del molde, clavando cada una de las piezas de madera verticales con clavos de $2\frac{1}{2}$ " de largo y entre las piezas de madera y, en las juntas, con clavos de 2" de largo. Rómpanse las juntas. Unanse cuidadosamente las juntas de los extremos en la capa exterior. Comiencese el segundo aro en el siguiente montante a la izquierda de donde se comenzó el primer aro, y continúese de la misma manera que antes. El número de aros que se necesita es la mitad de la altura del silo, en pies, más 1. Así, pues, un silo de 30' necesita 16 aros.

Cuando se hayan terminado todos los aros, numérense, comenzado por la parte inferior y trácense líneas perpendiculares en cuatro lugares, para ayudar a colocar verticalmente a plomo los aros cuando se levanten para ponerlos en posición. Rómpase el molde y remáchense todos los clavos de los aros. Para proteger las juntas de los cambios atmosféricos, colóquense piezas de hierro galvanizado de 12" de largo sobre todas las juntas en la capa exterior de cada aro y clávense con puntillas galvanizadas. Colóquense los aros sobre los cimientos en el mismo orden y posición que en el molde; debe quedar una de las líneas perpendiculares inmediatamente a la izquierda de la abertura propuesta de la puerta. Luego, levántese el andamiaje interior de tal manera que se puedan colocar los aros en posición.

Espaciamiento de los aros. En el suelo, empálmense cuatro duelas, cada una de ellas de una altura igual a la del silo, márquese sobre ellas el espacia-

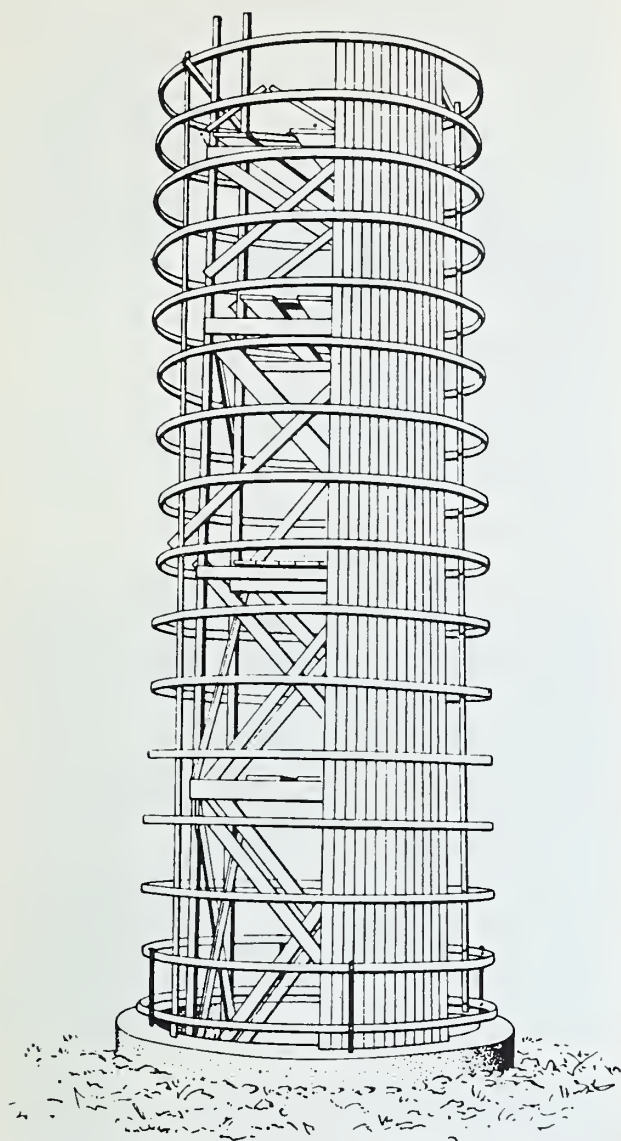


Figura 12. Comienzo de construcción de un silo de aros de madera con andamiaje, aros y varias duelas en su lugar.

miento de los aros. Háganse las marcas para el primer aro a 6" de la parte inferior de la duela; las siguientes tres marcas a una distancia de 23" una de otra y las restantes a 24", exceptuando las últimas dos, que deberán estar separadas 23". Colóquense estas duelas en posición sobre los cimientos, alineada cada una de ellas con las líneas perpendiculares trazadas en el aro y clávense temporalmente al aro más bajo. Levántese, entonces, el aro de la parte superior con cuerdas y clávese en posición a los extremos superiores de las duelas que han servido para espaciar, que a su vez están sujetas al andamiaje con piezas de madera de 2" x 4". Levántense los aros restantes y sujétense a

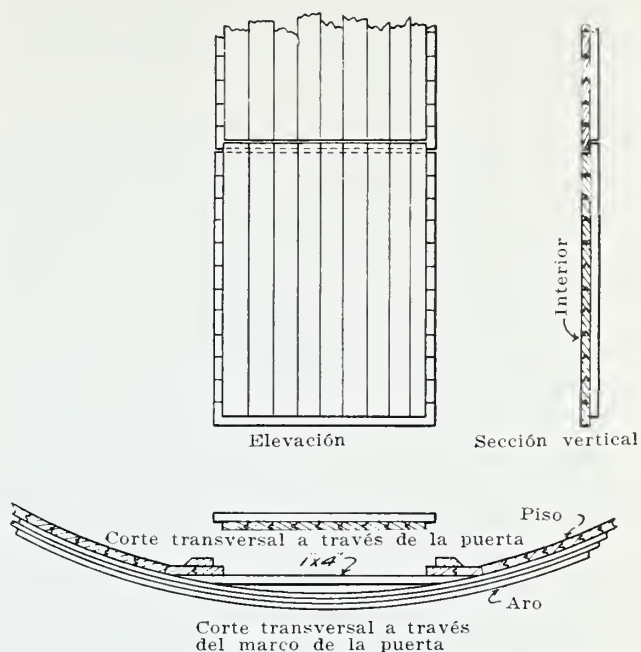


Figura 13. Detalles de la puerta y del vano de la puerta en un silo de aros de madera.



Figura 14. Silo de aros de madera terminado con duelas cortas.

las duelas espaciadoras en sus posiciones apropiadas. Comenzando a la izquierda de la abertura propuesta para la puerta, colóquense perpendicularmente los aros en las duelas espaciadoras y refuércense al andamiaje.

Colocación de las duelas. Compruébese cuidadosamente que la primera duela esté colocada perpendicularmente y clávese a la izquierda de la abertura de la puerta. Clávense las duelas a medida que se coloca el piso, uniendo una a otra por los machihembrados respectivos, clavándolas a cada uno de los aros con dos clavos de cabeza invisible. (Véase figura 12). Rómpanse las juntas en las duelas adyacentes y háganse todas las juntas sobre los aros. Compruébese la perpendicularidad de la orilla de las duelas, aproximadamente, cada 5' alrededor de la pared y continúense clavando las duelas hasta que se llegue al lado opuesto de la abertura de la puerta. Hágase esta abertura de un ancho como de 35", para permitir la colocación de las jambas y puertas de 24" de ancho. Váyanse quitando las duelas temporales que sirvieron para espaciar a medida que va llegando hasta ellas la construcción del enmaderado de la pared. Sujétese con pernos el silo a los cimientos, según se ilustra en el grabado 12, fijando pernos de $\frac{1}{2}$ " $\times$ $3\frac{1}{4}$ " en las duelas, aros y hierros de anclaje.

Construcción de las jambas de las puertas. Córtense piezas de madera de 1" $\times$ 4" y de 35" de largo; bisélnense los extremos, para que se ajusten a la curva interior de los aros, y clávense los extremos de una de estas piezas a través de la abertura en la parte interior del aro superior y una en la parte interior del aro inferior. Ajústense las piezas restantes de la misma manera y colóquense en posición en los aros; rectifíquese cuidadosamente su verticalidad, y clávense en su lugar (figura 13). Estas piezas forman topes para la parte superior e inferior de las puertas. Después de que estos travesaños estén en su lugar, clávese una duela adicional a cada lado de la abertura. A continuación, prepárense otras dos duelas para las jambas de las puertas, quitando a ambas el machihembrado y fíjense en su lugar en cada uno de los lados de la abertura de la puerta. Compruébese que la abertura terminada de la puerta es de anchura uniforme desde la parte superior a la inferior. En la parte interior de las jambas de las puertas y a 1" de distancia hacia atrás, desde las orillas de la abertura de la puerta, fíjense tiras de madera de 1" $\times$ 3", biselando sus orillas posteriores hacia la pared.

El grabado 14 ilustra un silo de aros de madera hecho de duelas cortas con refuerzos entre los aros.

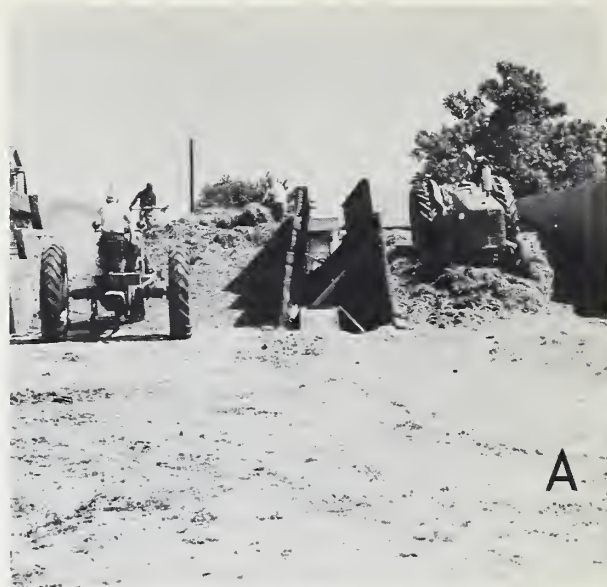


Figura 15. A, silo de superficie horizontal o de cajón; B, silo de foso con barrera colgante para alimentación automática; C, silo de pila.

A, BN-6788; B, cortesía de la Universidad de Maryland; C, N-29019.

SILOS HORIZONTALES

Los silos horizontales (figura 15, A, B y C), tanto los tipos construidos arriba del terreno como los subterráneos, se usan en todas las regiones de los Estados Unidos para almacenaje temporal y permanente. Para almacén temporal, el silo de pila sobre el terreno y el subterráneo de foso sin revestimiento tienen la ventaja de poder usarse fácilmente en caso de emergencia, pero a causa de su mayor superficie expuesta y del extremo cuidado necesario para llenar en forma compacta la escasa profundidad que tienen, los daños podrán variar desde el 10 por ciento y llegar hasta el 30 ó 40 por ciento. Otra desventaja de estos silos es la dificultad de sacar el ensilaje para alimentar el ganado durante la temporada de lluvias o del deshielo primaveral. En algunos casos el lodo es tan profundo que el acceso al silo es prácticamente imposible.

Recientemente, se ha despertado considerable interés en los silos superficiales horizontales permanentes o en los de tipo de foso y en los silos de foso con revestimiento, a causa de su costo inicial más bajo, facilidad para llenarlos y para efectuar la descarga con equipo mecánico del que se dispone en la mayoría de las granjas. Es conveniente la costumbre de la autoalimentación del ganado desde los silos horizontales mediante la colocación de una barrera en uno de los extremos del silo. La autoalimentación del ganado puede reducir el tiempo y el trabajo en la administración del ensilaje a unos cuantos minutos al día. En el pasado, las pérdidas de producto seco en los silos horizontales permanentes, usualmente, variaba del 15 al 30 por ciento, en comparación con el 10 al 20 por ciento en los silos verticales. Si se cubre el ensilaje para evitar que esté en contacto con el aire y el agua se reducen las pérdidas de producto seco a una cifra comparable con la de los silos verticales.

Llenado y apisonamiento. Muchos fracasos en los silos de cajón, foso y pila ocurren a causa de la falta de cuidado en el llenado, apisonamiento y recubrimiento del ensilaje para evitar la entrada de aire y de agua. El silo puede llenarse tanto con forraje picado como largo. Si ha de picarse el forraje, puede usarse una cortadora fija en un lugar y un ventilador neumático para mover el ensilaje. Sin embargo, a causa de que requieren menos mano de obra, las cortadoras portátiles que cortan el forraje en pie y lo pican en el mismo campo, o que lo recogen acabado de segar o de los montones que se hacen con él en el campo, son las que se usan más generalmente.

La descarga en el silo no presenta problemas si se acarrea el forraje en camiones de volteo o en carros de descarga automática. Si se usan otros camio-

nes o remolques, colóquese una tela de alambre, lona o una estera de cuerda en el vehículo, antes de cargar el forraje. En el silo fíjese el extremo de una cuerda al extremo delantero de la estera y el otro extremo de la cuerda a un tractor; úsese el tractor para hacer rodar la carga y sacarla del vehículo. El forraje largo descárguese en el silo empleando un rastrillo grande.

El forraje picado puede nivelarse y extenderse fácilmente, tanto a mano como usando un escarificador, o la hoja de un escarbador que se haya fijado al tractor que haga el apisonamiento. Nivélase cada una de las cargas a medida que se transporta al silo y consérvese al tractor continuamente en operación durante el llenado. Nivélase y apisonese el forraje largo continuamente entre cada una de las cargas, para proporcionar un almacenamiento compacto y, si el transporte se hace por camión, para evitar que el forraje se enrede en alguna parte no protegida del árbol de transmisión del camión.

El forraje verde que se carga con un cargador para heno es difícil de nivelar en el silo y necesita mayor trabajo manual.

Un apisonamiento cuidadoso es necesario para hacer un buen ensilaje y reducir los daños en la superficie. Apisonese cada una de las cargas a medida que se colocan en el silo. Además, continúese el apisonamiento durante media hora, aproximadamente, en la noche, después de haber colocado la última carga en el silo y comiencese nuevamente en la mañana, como media hora antes de que llegue la primera carga del campo. Cúbrase el ensilaje tan pronto como se haya apisonado la última carga. Consérvese la superficie del forraje un poco baja en el centro durante la operación de descarga, pero fórmese una cúpula de 1 a 2 pies en el mismo lugar cuando se hayan terminado las operaciones de descarga, con objeto de que no aparezca un canal en el centro cuando se asiente. Cuanto mejor haya sido el trabajo de apisonamiento, menor será el asentamiento del ensilaje y más pequeña la cúpula que se necesite. El forraje bien apisonado, con un contenido de humedad aproximado del 75% tiene una densidad de 45 a 50 libras por pie cúbico.

Cobertura del ensilaje. Los daños en la superficie del ensilaje los causan el moho, la podredumbre y la fermentación indeseable en presencia de oxígeno del aire. Para ser eficaz, la cubierta debe impedir la entrada del aire y del agua.

Evítese un retraso largo en la colocación de la cubierta del ensilaje, porque el material de la parte superior se seca y comienza a dañarse rápidamente cuando el tiempo es caluroso.

Cuando se aplican con propiedad se han usado con éxito numerosos materiales en la cubierta, pero

ninguno es eficaz para todos los casos y bajo cualesquiera condiciones. Una capa bien apisonada de maleza o forraje de calidad inferior, con un alto contenido de humedad, empleada para cubrir la parte superior del silo, se descompondrá y cerrará con efectividad la superficie del ensilaje impidiendo la entrada del aire; sin embargo, habrá filtraciones y las pérdidas por fermentación gaseosa serán más elevadas que con una cubierta impermeable. Si a la parte superior del ensilaje se le ha dado una forma de

cúpula bien modelada, la mayor parte del agua escurrirá por las orillas.

Una capa de tierra o de piedra caliza triturada, de un grueso cuando menos de 4", es una cubierta efectiva para un ensilaje con una cúpula bien hecha, pero deberá regarse con agua si se coloca sobre el ensilaje durante una época de sequía. La objeción mayor contra esta clase de cubierta o material pesado es el trabajo necesario para quitarlo cuando el material se congela.

Las telas de plástico de polietileno negro y de cloruro de polivinil, para cubiertas, pueden obtenerse ahora, generalmente, en los almacenes de materiales para construcción y de artículos agrícolas y también en los almacenes que sirven pedidos por correo. El reducido costo de estos materiales y su efectividad cuando se usan con propiedad hace posible el almacenaje del ensilaje en silos horizontales sin pérdidas mayores que en los silos de torre.

Para obtener la utilidad máxima de una cubierta de plástico deberá cerrarse, herméticamente, a lo largo de todas las orillas y lastrarla con peso en toda su superficie. El aserrín o el forraje picado proporcionan un material eficaz para este lastre. Las llantas viejas esparcidas sobre la superficie y a lo largo de las orillas ayudarán a sujetar el lastre en su lugar. Para garantizar un buen cierre hermético en las orillas colóquense dos tiras de plástico que se extiendan hacia abajo de las paredes del silo durante el llenado. Estas tiras pueden ser suficientemente anchas para extenderse a través del silo y formar la cubierta superior, o pueden extenderse simplemente 2" ó 3' hasta la parte superior del ensilaje, para cubrirlas con una cinta que sirva de cubierta superior. Este procedimiento proporciona protección adicional en las partes salientes de la masa del ensilaje y es especialmente valioso cuando se almacena ensilaje agostado en un silo horizontal.

Las telas recubiertas de plástico y las láminas de caucho butílico han servido también para hacer excelentes cubiertas para los silos. Son más caras y deben usarse varios años para reducir su costo anual. Sin embargo, son más duraderas y, a causa de su peso, no necesitan tanto material de lastre.

Lástrase cualquier cubierta para evitar que la agite demasiado el viento. Esta agitación produce una acción de bombeo que hace circular el aire a través de una fuga o perforación muy pequeña sobre toda la superficie del ensilaje. El lastrado es importante también para evitar que el aire entre en contacto con toda la superficie del silo cuando se abre para dar el pienso al ganado.

Alimentación del ganado con el ensilaje. El ensilaje puede darse al ganado o puede ponerse a su al-

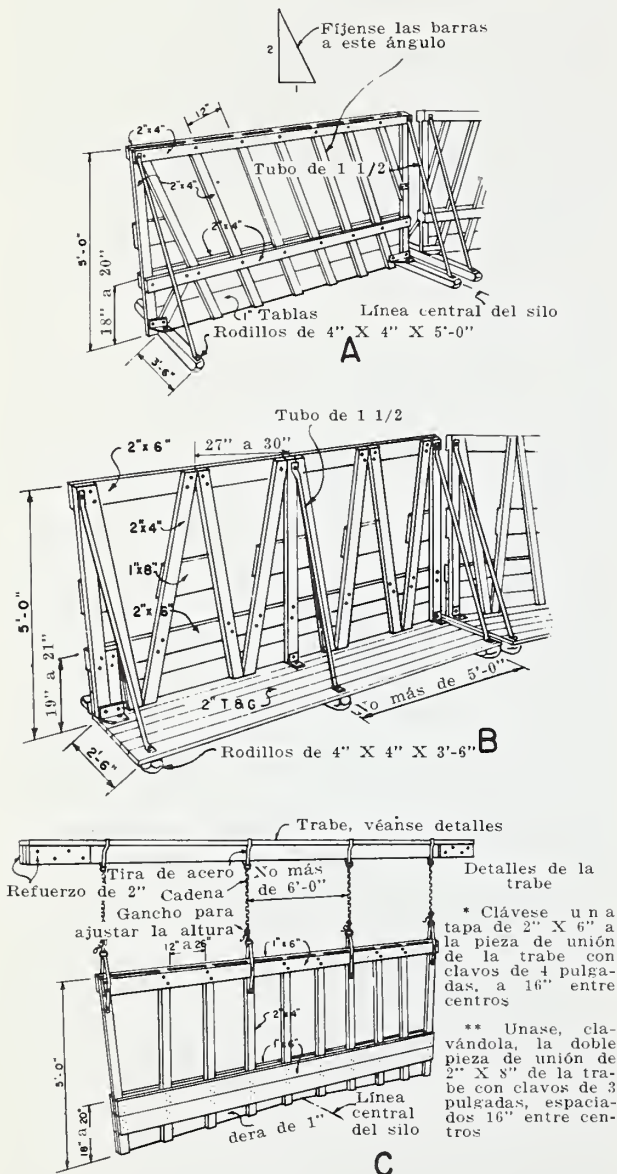


Figura 16. Pesebres de reja de madera para silos horizontales; A y B, tiene rejas fijas; C, tiene una reja colgante suspendida de un palo o tubo que atraviesa la parte superior del silo.

cance en los silos horizontales de la manera siguiente: 1) colocando barreras de alimentación a través de uno o ambos extremos del silo; 2) empleando horquillas mecánicas o descargadores de silos horizontales para cargar el ensilaje en carretillas, o directamente en los pesebres; 3) a mano con carretillas para ensilaje, y 4) con una combinación de horquillas mecánicas y carros de descarga automática o bandas transportadoras sin fin, para llevar el ensilaje a los pesebres.

Si el ensilaje ha de darse a mano al ganado, usando una carretilla, hágase un camino pavimentado que vaya desde el silo hasta el establo o área en donde estén los pesebres.

Si el ensilaje ha de ponerse en un lado donde lo alcance el mismo ganado, extiéndase el piso del silo hasta el patio pavimentado del establo o hágasele parte de una ampliación del piso donde están los pesebres.

En el grabado 16 se ilustran tres clases diferentes de pesebres con reja de madera para silos horizontales. Las rejas fijas a un soporte propio (figura 16, A y B) pueden moverse hasta el borde del ensilaje, a medida que los animales van consumiendo el que está a su alcance. Las barras colocadas con determinado ángulo, como en el grabado 16, B, tienden a evitar que los animales reculen y dejen caer el ensilaje enfrente

del pesebre. Muchos estableros prefieren una reja colgante (figura 16, C) porque es más fácil de mover.

La figura 17 muestra pesebres contruidos para alimentar al ganado moviendo el pienso con una horquilla mecánica. Deberán ser suficientemente grandes, para evitar que se caiga y desperdicie el ensilaje y deberán estar colocados a lo largo de la cerca que rodea el terreno donde están colocados los pesebres, o en cualquiera de los dos lados de un camino que atraviese el lugar donde están los pesebres, para que puedan cargarse sin pasar entre los animales.

Tamaño y capacidad. El área transversal de un silo horizontal deberá ser proporcional al tamaño de la vacada y al peso del ensilaje que ha de consumirse diariamente. (Véase tabla 10). Ajústese la longitud de acuerdo con la cantidad de ensilaje necesario para un período determinado de alimentación, concediendo un margen para pérdidas por daños y desperdicios. En un silo de foso sin revestimiento, que ha de usarse todos los años, hágase el área transversal suficientemente pequeña, para permitir que se ajusten y emparejen los lados antes de llenarlo, sin aumentar la capacidad de las necesidades diarias de alimentación.

El ensilaje de maíz o de hierba en un silo horizontal bien apisonado, por un tractor o animales, pesa

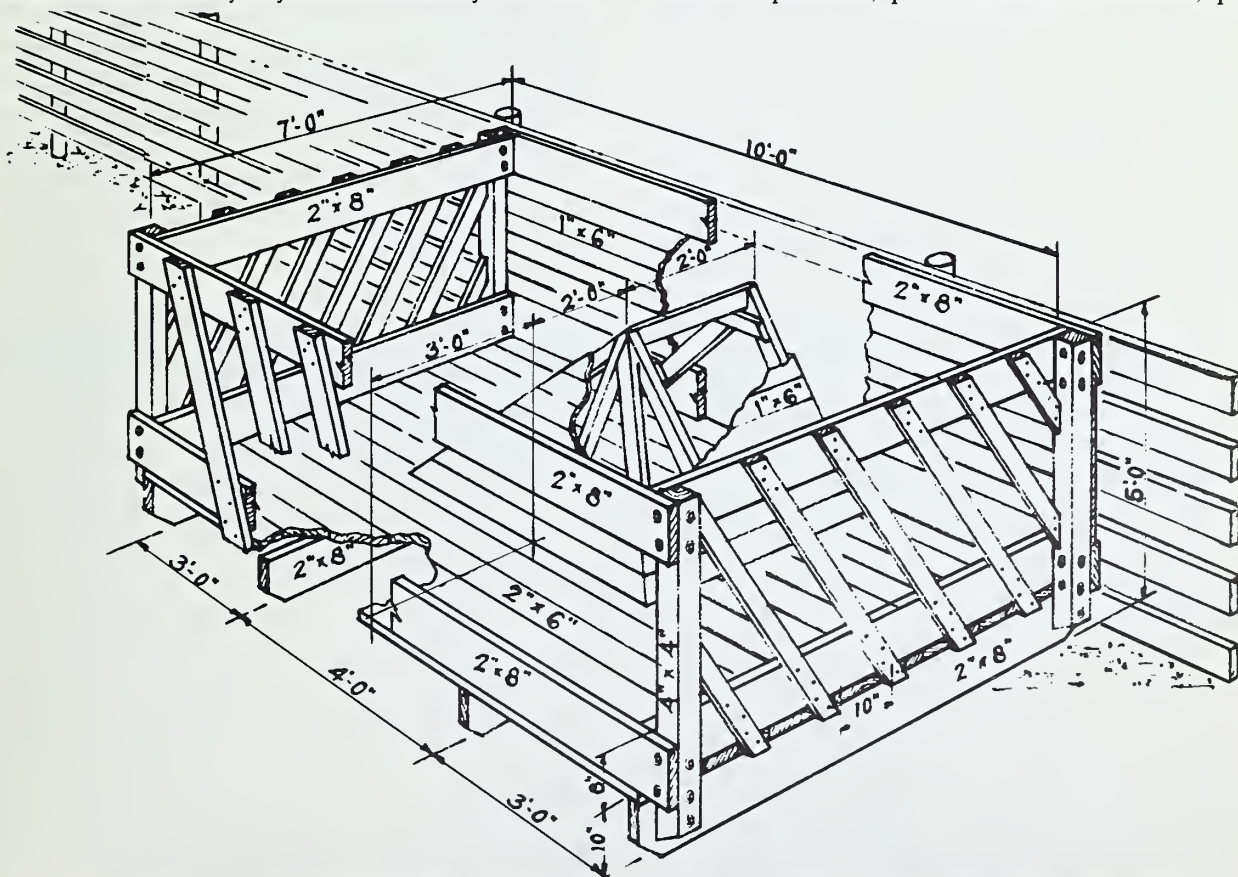


Figura 17. Pesebre rectangular que puede llenarse con una pala mecánica sin que se caiga nada.

Tabla 10. Dimensiones, área transversal de un silo horizontal y peso del ensilaje de una capa de 4 pulgadas por pie lineal¹

Declive lateral por pie de profundidad (pulgadas)	Profundidad del fondo	Anchura del fondo	Anchura de la parte superior	Área transversal	Peso del ensilaje	
					Capa de 4"	Capa de 1
	Pies	Pies	Pies Pulgadas	Pies-cuadrados	Libras	Libras
1½-----	4	6	7 0	26.0	346	1,040
	4	10	11 0	42.0	560	1,680
	6	8	9 6	52.5	700	2,100
	6	12	13 6	76.5	1,015	3,060
	8	10	12 0	88.0	1,173	3,520
	8	14	16 0	120.0	1,600	4,800
	10	12	14 6	132.5	1,767	5,300
	10	16	18 6	172.5	2,300	6,900
	4	6	8 0	28.0	373	1,120
	4	10	12 0	44.0	587	1,760
3-----	6	8	11 0	57.0	760	2,280
	6	12	15 0	81.0	1,080	3,240
	8	10	14 0	96.0	1,280	3,840
	8	14	18 0	128.0	1,767	5,120
	10	12	17 0	145.0	1,933	5,800
	10	16	21 0	185.0	2,467	7,400
4-----	4	6	8 8	29.0	387	1,160
	4	10	12 8	45.2	603	1,808
	6	7	11 0	54.0	720	2,160
	6	12	16 0	84.0	1,120	3,360
	8	10	15 4	102.7	1,369	4,108
	8	14	19 4	134.7	1,796	5,388
	10	12	18 8	153.3	2,044	6,132
	10	16	22 8	193.3	2,577	7,732

¹ Para ensilaje que pese 40 libras por pie cúbico.

de 40 a 50 libras por pie cúbico. El peso exacto depende del material, su contenido de humedad, de que esté picado o sea largo, de la finura del picado y del cuidado con que se apisone.

En la tabla 10 se proporcionan las dimensiones, área transversal y peso del ensilaje de una capa de 4" y de 12" en los silos horizontales a varias profundidades; se supone que el ensilaje pesa 40 libras por pie cúbico y que el índice supuesto de consumo es de 4" longitudinales del silo por día. Si el ganado ha de consumir el ensilaje únicamente en tiempo frío, cuando las superficies que queden expuestas no se dañan, el tamaño del área transversal del silo puede aumentarse y sólo será necesario consumir de dos a tres pulgadas de ensilaje por día.

La anchura del silo horizontal está también influida por el método de llenarlo y si el ensilaje se va a administrar automáticamente al ganado. Si el silo va a llenarse con ensilaje cortado necesitará tener un ancho del doble de las rodadas del tractor que se use para apisonarlo. Sin embargo, si se usa un tractor de tres ruedas para apisonarlo, el silo podrá tener una anchura de una vez y media el ancho de la rodada

de las ruedas posteriores del tractor. Si se almacenan ensilajes sin cortar en el silo con un rastrillo mecánico, el silo deberá tener la misma anchura o el doble que el rastrillo. Si se usa un rastrillo mecánico que levante alto el forraje para vaciarlo sobre las paredes de un silo de cajón, la anchura de la rodada del tractor apisonador determina la anchura del silo. Si el ensilaje se va a suministrar automáticamente, concédase una anchura de tres a seis pulgadas al silo por cabeza de ganado.

Silos de cajón

La decisión para construir un silo de cajón deberá basarse en la forma de operación de la granja en relación con las ventajas y desventajas que se detallan a continuación y de acuerdo con las costumbres adoptadas en la granja:

Ventajas. Silos de cajón:

Pueden construirse dando menor importancia al terreno que si se trata de silos de foso.

Pueden construirse con la misma mano de obra de la granja.

Cuestan menos que los silos verticales.

Pueden adaptarse para alimentación automática del ganado.

Son adaptables para instalar la alimentación mecánica con horquilla mecánica.

Pueden llenarse tanto con forraje cortado como largo.

No requieren ventilador neumático en el llenado.

Pueden apisonarse mecánicamente, con un tractor o con el equipo del tractor.

Desventajas. Los daños y desperdicios en la superficie de los silos de cajón varían desde los mismos que en los silos verticales hasta varias veces más.

La remoción de la cubierta superior y del ensilaje dañado es una operación continua que se hace al dar el ensilaje al ganado.

A causa de su poca profundidad, en comparación con los silos verticales, deberá tenerse cuidado en la distribución y apisonamiento del ensilaje, para evitar daños excesivos.

La cubierta deberá ser eficaz para evitar que penetren la lluvia y el agua del deshielo, y para impedir la lixiviación.

A menos que se construya un tejado, la alimentación del ganado es una operación desagradable cuando el tiempo es malo.

Los silos de cajón cuestan más que los de foso.

Selección del lugar. Constrúyase un silo de cajón en un lugar relativamente bien nivelado y seco, cerca-

no al establo o al lugar donde están instalados los pesebres.

Selecciónese un lugar fácilmente accesible desde el campo y que tenga suficiente espacio para que los camiones y tractores puedan maniobrar y dar vuelta para acarrear y apisonar el forraje, pues así el tiempo y el trabajo necesarios para la operación de llenado se reducen.

Proporciónese un desagüe adecuado para eliminar del lugar el agua de lluvia y el exceso de jugo que segregue el ensilaje y háganse desagües interruptores, para evitar que el agua de la superficie penetre en el silo.

Construcción del silo. Constrúyase el silo de cajón con paredes compactas, rígidas y un piso sólido. El tipo de construcción depende de la disponibilidad de materiales, mano de obra y herramientas.

Paredes. La parte más importante de un silo de cajón son sus paredes y la función más importante de las paredes es su resistencia.

Las paredes deberán ser suficientemente fuertes para resistir el peso del ensilaje y el peso del quipo empleado para llenar y apisonar el forraje. Hay pocos informes disponibles sobre la presión lateral que hace el ensilaje sobre las paredes de los silos de cajón (y la forma en que la afectan las numerosas clases de plantas empleadas en el ensilaje). Sin embargo, la clase de forraje almacenado en el silo, su contenido de humedad, que se almacene partido o largo, la finura de su corte, la perfección con que se extienda y se apisone y el peso del tractor apisonador, afectan la densidad del ensilaje y la presión lateral sobre las paredes del silo.

Dese a las paredes una inclinación hacia afuera suficiente, para conservar la masa del ensilaje apretada contra ellas cuando se asiente. Una inclinación de $1\frac{1}{2}$ " por pie de profundidad es suficiente si el ensilaje está bien distribuido y apisonado.

Las paredes podrán hacerse de concreto, piedra o ladrillo, o madera tratada. (La madera empleada en la construcción de un silo de cajón deberá tratarse a presión con creosota, penta u otros preparados comerciales hasta una retención de 8 libras de solución por pie cúbico de madera).

Los silos de superficie con paredes de tierra son útiles para casos de emergencia en las regiones en que el terreno es suficientemente firme. Sin embargo, deberán apretarse cuidadosamente o colocarse en servicio un año antes de recubrirlos. El silo con paredes de tierra ilustrado en la figura 18 tiene un piso de concreto y su acceso es de piedra de cantera. Una de las paredes se ha preparado o aplanado y está lista para el llenado; la otra todavía se tiene que preparar. Las paredes se recubrirán con concreto en fecha posterior y el silo se usará para alimentación automática.

En la figura 19, A hasta E, muestran diferentes tipos de construcción de las paredes de un silo de cajón y la manera en que pueden usarse diversos materiales para construir silos de cualquier longitud y anchura. Los planos se han diseñado para soportar las condiciones más duras de peso que es probable encuentre una pared de la altura ilustrada. Cualquier aumento en altura debe compensarse reforzando la sección de la pared.

La construcción de postes voladizos ilustrada en la figura 19, A, se basa en el uso de madera de calidad



Figura 18. Silo superficial de paredes de tierra en Luisiana.

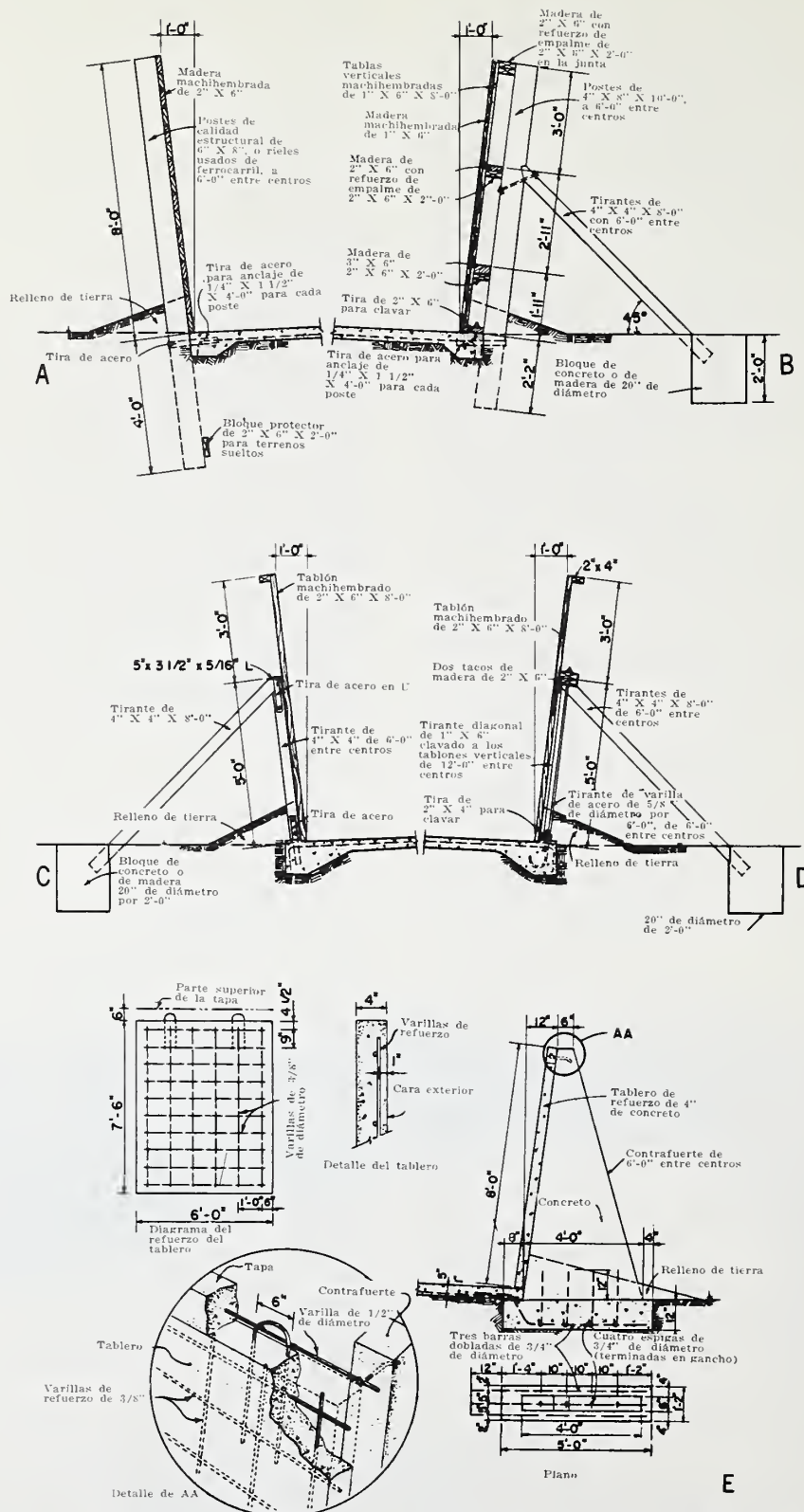


Figura 19. Diferentes tipos de paredes para silos de cajón; A, poste volado y tablón; B, poste reforzado y tacos de madera; C, tirante en ángulo reforzado con tablón vertical de acero; D, tacos de madera reforzados con tabloncillos verticales; y E, contrafuerte de concreto con pared de concreto reforzada.

estructural. Si no puede obtenerse madera de esta calidad, se necesitan postes de mayor tamaño. Los postes redondos deberán tener un área transversal, en la línea del suelo, igual al área de madera visible, que en este caso necesitaría un poste de un diámetro de $7\frac{3}{4}$ " o de $24\frac{3}{8}$ " de circunferencia. Fíjense los postes sólidamente y a una suficiente profundidad, para evitar que se aflojen o se desplomen. Si puede usarse un piso de concreto es aconsejable anclar los postes al piso. De esta manera se reduce la profundidad a que debe fijarse la base del poste.

En los terrenos fuertes, resistentes, un poste fijado a una profundidad de 3' y anclado a una losa de concreto del piso, dará un servicio adecuado. En terrenos más ligeros o húmedos, refuércese el poste, fíjese en concreto, o colóquese un protector de madera en su extremo inferior. Si no se pueden obtener postes gruesos úsense postes con tirantes (figura 19, B, C y D). Los tirantes deberán tener un punto de apoyo adecuado para el tipo y condición del terreno. Considerando que el pie del tirante esté cerca de la superficie, concédase un margen de tolerancia para los cambios en el contenido de humedad del terreno. Un punto de apoyo adecuado para los tirantes en terreno seco puede fallar cuando el terreno se humedece. Dos bloques de madera o de concreto usados como puntos de apoyo aumentan el área de apoyo de los tirantes.

Como característica de seguridad, extiéndanse los postes a que sobresalgan de $1\frac{1}{2}$ a 3 pies por encima de la pared del silo y únanse todos con una barandilla de 4×4 pulgadas. La barandilla ayuda a evitar que el tractor se caiga sobre la orilla del silo y proporciona al operador del tractor una marca clara del silo cuando ya está terminando el apisonamiento y está lleno. Los postes y la barandilla pueden usarse para soporte de uno de los extremos de un toldo o tejado que sirva de protección contra el mal tiempo. La barandilla puede usarse, también, como base para un abrigo de los animales tiernos o de apoyo para la reja colgante de un pesebre.

Si se fijan los postes volados con una separación de 6' entre centros y se aplica horizontalmente la cubierta exterior, úsese una cubierta de 2" de orilla escuadrada o machihembrada. Aplíquese la cubierta en largos de 12 ó 18 pies para cubrir los espacios entre tres o cuatro postes; y rómpanse las juntas. Si se usa una cubierta de orilla escuadrada, deberán cubrirse las paredes con material de fieltro de asbesto, con asfalto cemento para techos u otro material impermeable, para que tengan una superficie hermética.

Manéjese cuidadosamente la cubierta machihembrada. Si las orillas de las tablas están averiadas o

por estar torcida la unión no ajusta bien y no queda apretada, recúbrase la cubierta también.

Piso. Un silo de cajón debe tener un piso firme que no se convierta en un lodazal cuando llueve o durante el deshielo. Con asfalto, concreto o madera tratada, se puede hacer un piso duradero y fácil de limpiar. Una ventaja del concreto es que pueden anclarse en él los postes de la pared a nivel del piso. Hágase el piso de asfalto de un grueso de tres a cuatro pulgadas, sobre una base inferior, bien apisonada, de un grueso de seis a ocho pulgadas.

Un silo horizontal construido para almacenar el excedente de forraje en una emergencia deberá tener, cuando menos, un piso de piedra triturada o de grava. Este tipo de piso forma una buena base para uno de concreto o de asfalto que podrá construirse más adelante.

Déjese el piso ligeramente más elevado en el centro; désele un declive de $\frac{1}{4}$ " por pie desde el centro a cada uno de los lados. Désele también un declive suficiente desde un extremo al otro para que pueda desaguar fácilmente. Si es posible, désele el declive al piso de acuerdo con la formación natural del terreno, para eliminar el trabajo de excavación y llenado. Si el pienso se administra a mano o con equipo mecánico, un declive de $\frac{1}{4}$ " por pie es suficiente. El declive deberá tener de $\frac{3}{8}$ " a $\frac{1}{2}$ " por pie, si se pone al alcance del ganado en uno de los extremos del silo solamente. Si la alimentación del ganado es automática desde ambos extremos del silo, désele al piso un declive desde el centro hacia cada uno de sus extremos. Este procedimiento no es recomendable porque es más difícil la conducción del equipo rodante dentro del silo cuando se está llenando.

Tejado. Las pérdidas por filtración en los silos horizontales, frecuentemente, son de consideración. Las cubiertas colocadas sobre el ensilaje, para evitar la entrada del aire e impedir que se dañe la parte superior del ensilaje, podrán no impedir la entrada de toda el agua si ocurre asentamiento del contenido del silo cuando no está completamente lleno. Un tejado sobre el silo para desaguar el agua de lluvia y cuando se licúa la nieve ayuda a reducir o a evitar las pérdidas por filtración.

El tejado deberá ser movable o suficientemente alto, para proporcionar espacio suficiente a la maniobra del equipo de apisonamiento. Si se construye el silo con un albergue, puede colocarse un tejado fijo sobre el silo, con un costo mínimo, y almacenar heno en pacas o paja para las camas del ganado en el espacio libre arriba del ensilaje. Los tableros ligeros con bisagras o movibles colocados sobre el silo resguardan eficazmente al ensilaje de la lluvia y de la nieve, y

pueden también proporcionar protección contra las inclemencias del tiempo cuando hay que sacar el ensilaje para alimentar al ganado.

Silos de foso

Los silos de foso tienen varias ventajas. Un silo de foso sin recubrimiento puede hacerse con el costo de la mano de obra solamente, de manera que está al alcance de casi todos los granjeros. Con equipo motorizado adecuado puede hacerse rápidamente en caso de emergencia. Las reparaciones se limitan al aplanamiento de las paredes y a la limpieza del desagüe. Puede adaptarse para vacadas pequeñas y puede llenarse con forraje entero sin cortar o con forraje cortado con una cortadora pequeña fija, con o sin ayuda de un ventilador neumático y de una picadora de campo. Este tipo de silo permite fácil acceso al ensilaje. Puede construirse como silo temporal y recubrirse más adelante para uso permanente.

Una desventaja es que las pérdidas en el ensilaje podrán variar desde un 10 a un 25%. También, a menos que se recubran, las paredes laterales tienden a hundirse y cuando llueve, durante la estación en que se emplea el ensilaje para pienso, el fondo del foso podrá enlodarse demasiado y hacer la entrada al silo tan difícil que sea necesario poner un camino temporal de tabloncillos. De igual manera que para otros silos horizontales, se necesita tener especial cuidado en el apisonamiento del ensilaje y deberá instalarse un desagüe apropiado si el lugar no lo tiene naturalmente. El foso abierto es peligroso, a menos que esté rodeado de una cerca o cubierto con un tejado, y no es fácil llenarlo cuando se abandona. Deberá tenerse cuidado especial contra el peligro de los gases asfixiantes que se forman en el fondo de un silo de foso, especialmente cuando está excavado en terreno plano. Véase la advertencia en 3a. de forros.

Costo. El único costo de construcción de un silo de foso sin revestimiento es la mano de obra necesaria para excavar el foso. El tiempo necesario depende del tamaño del silo, el tipo del terreno y el equipo empleado. Un hombre, usando un tractor y un cucharón escarador de volteo, puede mover aproximadamente 40 yardas cúbicas de tierra pesada de arcilla en un día de 8 horas o 60 yardas cúbicas de arcilla o barro ligeros; el empleo de una pala en un tractor de oruga acorta el tiempo considerablemente.

Calcúlese el tiempo de la siguiente manera: Multiplíquese el área transversal (proporcionada en la tabla 10) por la longitud del foso (pies) y divídase entre 27 (el número de pies cúbicos que tiene una yarda cúbica). Este resultado es el número de yardas

cúbicas de tierra que han de excavar del foso. Divídase este resultado entre 40 (si se trata de suelo de arcilla pesado) o entre 60 (si el suelo es de arcilla o barro ligeros). El resultado es el número de días de ocho horas de trabajo necesarios para excavar el foso.

Ejemplo: Supóngase que se necesitan 45 toneladas (90,000 libras) de ensilaje para la vacada y que se planea excavar un foso de 7 pies de anchura en el fondo, de 11 pies de ancho en la parte superior y de 6 pies de profundidad. La tabla 10 indica que el área transversal es de 54 pies cuadrados y el peso del ensilaje por pie lineal es de 2,160 libras.

Calcúlese de la siguiente manera: 90,000 libras de ensilaje, más un margen de tolerancia del 20 por ciento por daños, igual a 108,000 libras de ensilaje que han de almacenarse.

$108,000 \div 2,160$ (peso por pie lineal) = 50' (longitud necesaria del silo).

45 (área transversal) $\times 50$ (longitud del silo) $\div 27$ (número de pies cúbicos que tiene una yarda cúbica) = 100 (número de yardas cúbicas de tierra que han de excavar del foso).

$100 \div 40$ (si el suelo es de arcilla pesada) = 2 1/2 días, el tiempo necesario para excavar el foso; o $100 \div 60$ (si el suelo es ligero) = 1 2/3 días. El trabajo puede hacerse en medio día o un día si se usa una pala en un tractor de oruga.

El revestimiento de las paredes aumenta considerablemente el costo. Los costos estimados se basan en el número de pies cuadrados del área de la pared. En el silo mencionado, la altura de la pared, incluyendo el declive lateral, es de 6'4". Si se concede un margen de tolerancia para una base de 8" y un bordillo de 6", la altura total es de 7 1/2'. El área total de la pared es de: $7 \frac{1}{2}$ (altura de la pared $\times 50$ (longitud del silo) $\times 2$ (dos lados) = 750 pies cuadrados.

Para recubrir 750 pies cuadrados con una capa de concreto de 4" se necesitan $750 \times 1/3$, o sean 250 pies cúbicos (9.26 yardas cúbicas) de concreto. Además, se necesitan 200' de tela de alambre extragrueso de 45" ó 48", para refuerzo. El concreto cuesta, usualmente, de 15 a 25 dólares por yarda cúbica entregado en la obra en los Estados Unidos. Para este tipo de pared puede construirse un molde de 10 a 15 pies de largo e irlo cambiando a lo largo del foso a medida que se van completando las secciones.

Pueden calcularse otros tipos de revestimiento para las paredes de los silos de foso de la misma manera.

Selección del lugar. Un silo de foso debe estar colocado convenientemente cerca del establo o lugar donde están los pesebres, pero donde no estorbe las operaciones de la granja, ofrezca un mal aspecto o

reciba filtraciones o el desagüe de los establos, pescales u hoyo del abono. Es deseable construirlo en la ladera de una colina o en la falda de una loma, pues uno de sus extremos podrá abrirse a nivel del suelo facilitando, de esta manera, la extracción del ensilaje y permitiendo que el agua que penetre en el foso se desagüe fácilmente. Deberán abrirse líneas de desagüe alrededor del foso, para interceptar el agua de la superficie del terreno. En los casos en que pueda disponerse únicamente de terreno plano, excávase el foso con los extremos en declive, para permitir que el equipo rodante entre y salga con facilidad durante la construcción, el llenado y la extracción del ensilaje. En los lugares donde el terreno es impermeable hágase una línea de desagüe desde la parte más baja del foso hasta un pozo seco o un nivel inferior del terreno, para desaguar el agua que no tiene salida en el foso cuando está parcial o enteramente vacío. En algunos casos el agua se desagua hacia el extremo inferior del foso y se saca con cubos. La figura 20 ilustra los perfiles de fosos excavados en diferentes condiciones de topografía y desagüe.

Excavación del foso. Una vez marcado con estacas el perfil del foso árese el terreno, si es necesario, dejando espacio para aplanar los lados del foso. Quítese la tierra suelta, operación que se hace generalmente con una escarbadora de cucharón, o una escarbadora de cucharón tipo Fresno, una pala mecánica o un tractor nivelador y vuélvase a arar otra capa. Si se dispone de un tractor nivelador podrá no ser necesario arar, y pueden continuarse estas operaciones

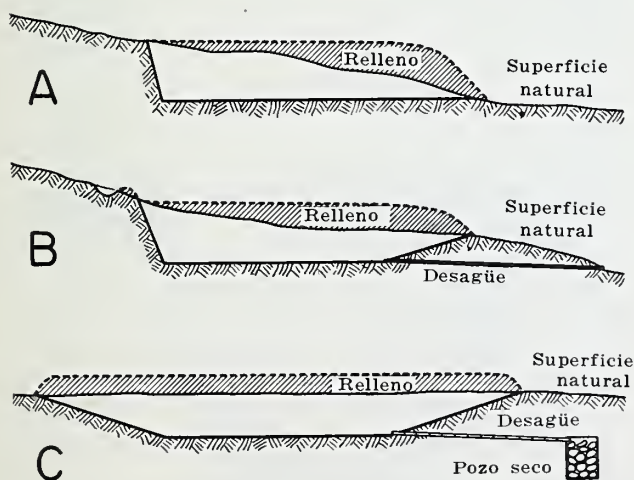


Figura 20. Perfiles de silos de foso en diferentes condiciones topográficas; A, en la ladera de una colina; B, en la falda poco inclinada de una loma; C, en terreno plano.

hasta que se llega a la profundidad deseada. Si se coloca la tierra extraída del foso a lo largo de los lados, éstos tendrán un declive en sentido opuesto al foso. De esta manera se reduce no solamente la profundidad del foso debajo del nivel natural del terreno, sino también del desagüe del agua superficial que penetra en el foso.

Aplánense los lados y déseles el declive deseado, ya sea a medida que se excava el foso o después de haber llegado hasta el fondo. Usese una grada de hojas o pala y zapapico o azada. Otro método para usarlo especialmente en caso de emergencia, consiste en excavar un foso muy poco profundo, apilar el ensilaje a una altura de varios pies sobre el terreno y cubrirlo con la tierra sacada del foso. En algunos países europeos se emplean moldes de metal de aproximadamente dos pies de alto, para detener el ensilaje mientras que se amontona la tierra a su alrededor. Los moldes se van elevando a medida que se va construyendo el terraplén de tierra y la parte superior se cubre finalmente con tierra. Este procedimiento tiene la ventaja de necesitar únicamente un foso poco profundo, pero se necesita más mano de obra para cubrir el terraplén.

No se dé mayor declive del necesario para el tipo de tierra a los lados del foso. Un ligero declive conserva apretado el ensilaje contra los lados a medida que se asienta; si este declive es demasiado pronunciado estorba el asentamiento del ensilaje. Se han excavado fosos con paredes que varían desde la vertical hasta casi 45 grados. Se recomienda que el declive tenga de 1 ½" a 4" por pie de profundidad, según se indica en la tabla 10. Si se necesita un declive de mucho más de 4" por pie, con objeto de que las paredes laterales sean estables, revístanse las paredes.

Si no se van a revestir las paredes protéjanse las orillas, para evitar que se derrumbe. Fíjense postes a intervalos regulares y colóquense tabloncillos o palos alrededor de la orilla. Constrúyase un muro para evitar que personas o animales se caigan en el foso.

Si se va a revestir el foso más adelante, hágase la sección transversal un poco más pequeña de lo que se desea para el silo definitivo, según de la estabilidad del terreno, para poder aplanar las paredes después de usar el silo.

Probablemente es más importante revestir un silo de foso si se intenta llenarlo y vaciarlo todos los años que si la intención es usarlo para almacenar forraje en los años buenos para los malos o de sequía, pues las paredes se deterioran más cuando el foso está vacío. Si va a usarse el foso para almacenar forraje para varios años, désele un buen desagüe, para evitar pérdidas excesivas.

Revestimiento de los silos de foso. Pueden revestirse las paredes de los silos de foso con mezclas de cemento, concreto, madera o ladrillo, bloques huecos, piedra o bloques de otra clase (figura 21). Los revestimientos de madera no son muy duraderos, a menos que se hayan tratado con creosota, y no resultan económicos más que cuando hay gran abundancia de madera en la localidad.

Cuando las condiciones del terreno son buenas la mezcla de cemento, aplicada en un grueso de 2" ó 3" y reforzada con tela de alambre, constituye un buen revestimiento. Fíjese la tela de alambre a la pared con alcañates o clavijas de hierro. Prepárese con una parte de cemento, tres partes de arena y tres partes de piedra triturada o grava menuda. Aplíquese en fajas horizontales hasta una altura de 12" a 15", para evitar que se forme un lodazal. Pónganse listones de madera, horizontalmente, de un ancho igual al grueso del revestimiento, colocándolos de canto y con una separación aproximada de 2' uno de otro a lo largo de las paredes del foso, para nivelar la superficie del revestimiento. Déjese que fragüe una faja antes de aplicar la siguiente. Aplíquese con una llana de albañil una capa de acabado hecha de una parte de cemento y tres partes de arena: puede aplicarse también un baño de cemento. Si se desea una pared más fuerte póngase un revestimiento de concreto de 4" a 6" de grueso, usando moldes y refuerzos según se indica en la figura 21. B.

Si es abundante la piedra natural puede construirse una pared con este material en bruto y con poco costo, exceptuando la mano de obra. La pared deberá tener un grueso de 12" a 16" y deberá hacerse con un mortero de cemento preparado con una parte de cemento por seis partes de arena. Cúbrase la superficie con $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ " de una mezcla de cemento de 1:3 (figura 21. A). Si se emplea piedra labrada hágase la pared de un grueso de 8", con un mortero de cemento de 1:3. De la misma manera pueden usarse ladrillos, bloques y bloques huecos. Si existe algún peligro de que las paredes de tierra se derrumben, colóquense varillas de refuerzo entre las capas separadas entre sí a una distancia de 18" a 2' y aumentese el declive de la pared a 5" por pie de profundidad. Colóquense tubos de barro para el desagüe a lo largo de la losa del piso o de la base, para ayudar a estabilizar las paredes de tierra y disminuir la presión sobre el revestimiento.

Si el nivel del agua subterránea está cercano a la superficie y el silo de foso se prolonga sobre la superficie del terreno a mayor altura mediante bancos de tierra (figura 20), hágase el revestimiento de la pared suficientemente fuerte para evitar que ésta se agriete.

Los silos de pila son generalmente temporales o se usan en caso de emergencia. Sin embargo, uno de estos silos construidos sobre una plataforma de concreto o de otro material suficientemente sólido, con buen desagüe y cubierto con una tela de plástico que lleve peso en la parte superior y en los lados, proporciona buen ensilaje con poco más desperdicio que un silo de cajón o de foso. El ensilaje almacenado en silos de pila rectangulares puede darse automáticamente al ganado. Los pisos o plataformas sólidas, para las pilas de lados verticales, son más económicos que

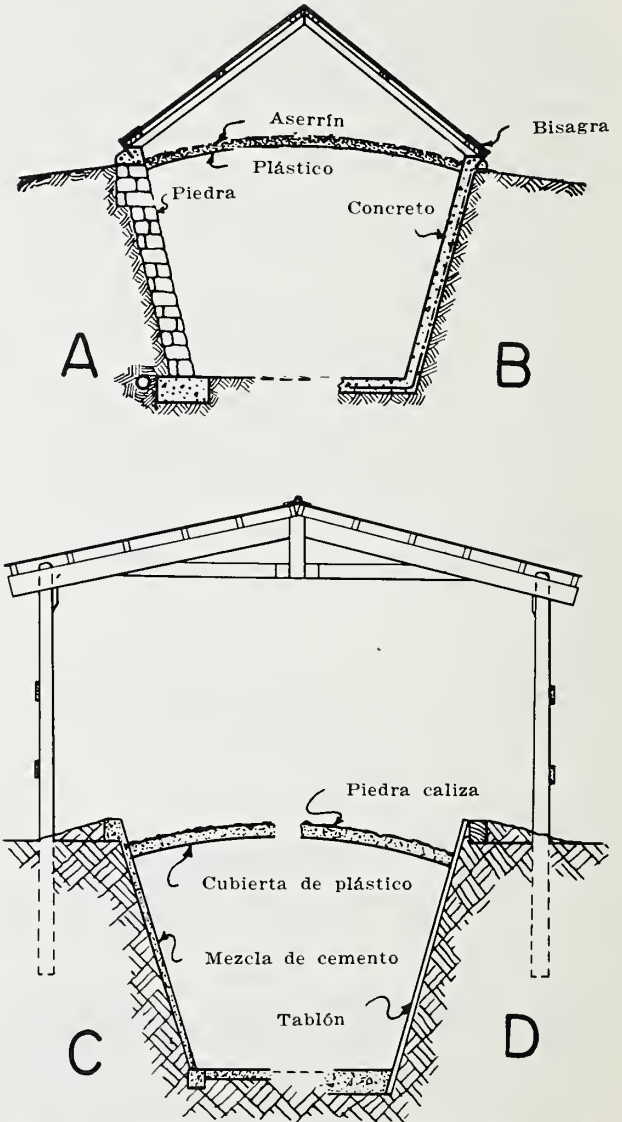


Figura 21. Diferentes tipos de revestimiento y de tejados para silos de foso. Revestimientos: A, piedra; B, concreto; C, mezcla de cemento; D, tablón. Tejados: A y B, armazones de madera cubiertos con tablas o láminas de metal; C y D, tejado de armazón de palos, proporcionando espacio para almacenar heno o paja en pacas.

los que los tienen en declive, pero una pila con lados en declive puede apisonarse con mucha mayor seguridad.

Apisónense perfectamente las pilas con lados verticales a medida que se va descargando el forraje y extiéndase cada una de las cargas de éste en el momento que se descarga. Consérvense los tractores cuando menos a 1' de distancia de la orilla de la pila mientras la están apisonando. Quítese el material suelto de las orillas y póngase en la parte superior de la pila. Si ésta es de más de dos veces el ancho del tractor apisonador redúzcase la anchura en la parte superior, para aumentar la seguridad del operador del tractor apisonador.

La plataforma sólida para una pila de lados en declive deberá ser tan ancha como la pila, o bien el material que quede más allá de las orillas de la plataforma deberá recogerse y ponerse en la parte central, operación que deberá hacerse a mano cuando se trate de un silo de alimentación automática. Póngase la cubierta cuando se trate de un silo de pila, de la misma manera que en otros silos horizontales, tan pronto como se haya apisonado la última carga.

SILOS TEMPORALES

Los silos de cerca y los de pila vertical se usan en todos los Estados Unidos en caso de emergencia y como complemento de los silos permanentes. Tienen un costo bajo, pueden levantarse con rapidez, no necesitan cimientos especiales y pueden construirse, prácticamente, en cualquier lugar que sea conveniente para las operaciones de llenado y de alimentación del ganado.

SILOS DE CERCA

En años recientes se ha extendido mucho el uso de anillos sucesivos de cercas en los silos. Los silos de cerca pueden revestirse con plástico o con papel, o pueden emplearse sin revestimiento. En la tabla 11 se proporciona la capacidad y la cantidad de material necesario para construir silos de varios tamaños. El campo de capacidad toma en cuenta diferencias en el contenido de humedad, largo del corte, apisonamiento y velocidad en la operación de llenado. Los diámetros que aparecen en la tabla se basan en el uso más eficiente de los rollos de alambre del tamaño más usual para los tipos más apropiados de cerca.

Úsese cualquiera de los materiales siguientes para los silos de cerca de alambre que han de revestirse: tela de acero soldada y galvanizada, de malla de . . . 2" × 4" del número 11 ó 12½; tela de alambre en

figura de diamante para cercas de jardín, de malla de 2" × 4"; o cerca de tablillas de madera de ½" × 1 ½", hecha con 5 hilos de 2 cables de alambre por 48" de anchura por sección. Para un silo de cerca de alambre sin revestimiento úsese cualquier

Tabla 11. Materiales necesarios para revestir los silos de cerca de alambre de diferentes tamaños.

Tamaño del silo		Capacidad	Cerca		Longitud del papel ¹ o de la tela de plástico
Diámetro (pies)	Altura (en secciones de 4' de cerca)		Piezas	Longitud de cada pieza	
	Pies	Toneladas	Número	Pies	Pies
8-----	3	8-11	3	25	80
10½-----	3	14-17	3	33½	105
12-----	3	19-25	3	37½	120
12-----	4	22-29	4	37½	160
16-----	4	39-52	4	50	212
19-----	5	70-95	5	60	320
24-----	7	160-230	7	75	553

¹ Papel de 4' de ancho; las cantidades mostradas son para ensilaje de maíz y deberán doblarse si se trata de ensilaje de hierba.

cerca de malla pequeña fuerte. Generalmente, el diámetro de un silo se basa en el tamaño de la vacada que ha de alimentarse. (Véanse tablas 1, 2 y 3.).

Un papel grueso o una tela de plástico, empleados como revestimiento, proporcionan una buena garantía contra daños excesivos. Puede usarse como revestimiento cualquier clase de papel aislante para construcción o para tejados, con o sin refuerzo fibroso. Algunos papeles están tratados para resistir la acción del ácido y de las bacterias. Las telas de plástico de polietileno negro y cloruro de vinilo son más durables y cuestan, aproximadamente, lo mismo. El revestimiento de un silo de cercas reduce los daños en más de la mitad. El revestimiento evita que el ensilaje se caiga a través de la cerca durante la operación de llenado, evita que se escape la humedad e impide que el aire entre en contacto con la superficie del ensilaje. Ya sea que el silo esté revestido o no, es importante tener cuidado y picar el ensilaje de pequeño tamaño y apisonarlo uniformemente, para obtener un valor alimenticio total del forraje almacenado.

Constrúyase un silo de cercas de la manera siguiente: Trácese la circunferencia del silo en terreno tan plano como sea posible, en un buen sitio, según se describió al tratar de la forma de poner los cimientos (página 4). Luego nivélase el círculo de base o foso, que deberá tener cuando menos 15" de ancho. Utilícese la tierra excavada para nivelar la parte exterior de las paredes del silo en un lugar en que no se afecte el asentamiento uniforme de las paredes ni tampoco la capacidad del silo. Pónganse las cercas formando un

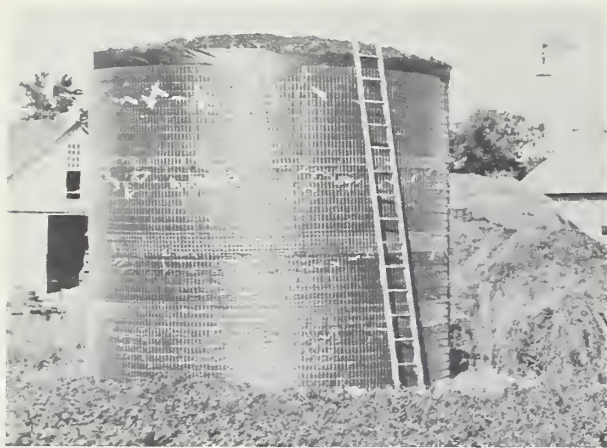


Figura 22. Silo de cerca de tela de acero soldada, temporal, pero bien construido.

círculo perfecto, encimando los extremos, cuando menos, dos espacios y sujetándolos uno con otro, alambre con alambre, siempre que sea posible. Es preciso tener cuidado que no sobresalgan al interior del silo extremos agudos de alambre, pues podrán perforar o rasgar el revestimiento. Colóquese el revestimiento en la parte interior de la cerca, de forma que la orilla se doble a lo largo de la parte inferior y pueda asegurarse, temporalmente, a la parte superior de la tira de la cerca con pinzas para sujetar ropa del tendadero o con pinzas hechas clavando dos tablillas o listones de madera en uno de sus extremos, a modo de pinzas de gran tamaño para ropa. Deberá tenerse extraordinario cuidado de que el recubrimiento sea suficientemente largo, para que se ajuste contra la cerca cuando se la instale y así se evite que se restire hacia arriba o se rasgue cuando se llena con ensilaje.

Al terminar estas operaciones llénese esta sección hasta 6" de la parte superior. Luego colóquese la segunda sección arriba y ligeramente hacia adentro de la primera; manténgase en posición, temporalmente, uniendo las partes de la cerca con cuerda de cáñamo y atándolas aproximadamente cada 18". Colóquese el revestimiento para la segunda fila de manera que quede parcialmente sobrepuesto sobre la parte interior de la tira del fondo. Así el ensilaje se asienta y pasa la junta sin obstrucción. Llénese la segunda sección hasta la mitad de su altura. Luego, con un tipo de cercas de listones de madera solamente, colóquense dos alambres de refuerzos del número 9 alrededor de la primera fila, restírense hasta que queden ajustados pero no apretados y, para unirlos, retuéznanse sus puntas o fíjense mediante pequeños torniquetes. Los torniquetes tienen un costo económico y facilitan el ajuste de los alambres a medida que se restira la cerca y permiten más tarde volver a utilizar el alambre. Continúese la operación de llenado y de colocación de las

secciones hasta que la tercera sección de cerca esté llena, aproximadamente, a la mitad. La cuerda de cáñamo empleada para atar la segunda fila de la cerca, a la primera, puede quitarse entonces, para permitir que las dos secciones se telescopien una dentro de la otra a medida que se asienta el ensilaje. A menos que se corten las cuerdas de cáñamo podrá rasgarse el revestimiento o inclinarse el silo. Manéjense las otras filas de la misma manera hasta que el silo tenga la altura deseada, que, usualmente, no es mayor de 4' que el diámetro. En caso de que se necesite ensilaje adicional es mejor planear la construcción de dos silos y no tratar de aumentar la altura excediendo estos límites de seguridad. Un silo de cerca de tela de acero soldada, bien construido, revestido de papel reforzado aparece ilustrado en la figura 22.

A menos que vaya a emplearse en la alimentación del ganado el ensilaje dentro de los 30 días de haberlo almacenado, hay que proporcionarle alguna clase de cubierta. La tela de plástico recubierta con paja u otra planta de desperdicio proporciona una buena cubierta. Para períodos cortos de almacenaje podrá omitirse el plástico.

SILOS DE PILA VERTICALES

Si el forraje es abundante los silos de pila verticales pueden usarse, algunas veces, en caso de emergencia y a pesar de la perspectiva de un alto porcentaje de pérdida. Puede almacenarse en ellos forraje picado o sin picar. Simplemente, apílese el forraje sin picar en la forma más conveniente. Puesto que las pérdidas ocurren, sobre todo, alrededor de la parte externa de la pila, mientras mayor sea ésta menor será el porcentaje de pérdida. Apisónese la pila tan apretadamente como sea posible, para excluir el aire. Para usar el forraje almacenado de esta manera, a la hora de dar el pienso al ganado, lo mejor es cortando capas de uno de los extremos de la pila con un machete. Puede colocarse el forraje picado en un espacio formado por pacas de heno o de paja, haces de cañas de maíz o hierba o maleza suelta. Este método da por resultado menos pérdidas y el ensilaje es mucho más fácil de sacar para alimentar al ganado.

Las pacas de heno o de paja empleada para un silo deberán atarse unas a otras con alambre del número 9, de la misma forma que las secciones de un silo de cerca de tableros de listones de madera. Si se sabe antes de hacer las pacas que éstas van a emplearse para construir un silo, háganse de forma curva, atando uno de los alambres de la paca más corto que el otro. Atar uno de los alambres 6" ó 7" más corto que el otro proporciona curvas apropiadas para un silo de 16' aproximadamente.

ADVERTENCIA: PELIGRO DE GAS EN SILOS

Pueden encontrarse alrededor de los silos gases asfixiantes y, en algunos casos, venenosos. El gas asfixiante producido por el ensilaje en fermentación, principalmente bióxido de carbono, se forma en todos los silos poco tiempo después de que comienza la operación de llenado y continúa hasta que cesa el proceso de fermentación. El gas venenoso cuando se halla presente es bióxido de nitrógeno. Su color y densidad varían con la temperatura. A la temperatura ambiente es de color amarillo naranja y 2 1/2 veces más pesado que el aire. A medida que se eleva la temperatura su color se oscurece y se aligera su densidad. El gas, siendo más pesado que el aire, se junta y permanece en cualquiera depresión o espacio cerrado cuando no hay una corriente fuerte y libre de aire.

Se han perdido muchas vidas a causa del descuido al entrar a un silo en el que pueda haber peligro de que exista gas. Hay mayor peligro de que exista gas en los silos subterráneos. El silo construido arriba del terreno, aun cuando no esté libre del peligro del gas, ofrece mejor ventilación a través de sus puertas y rara vez se acumulan grandes cantidades de gas a menos que las puertas estén colocadas demasiado arriba del nivel del ensilaje.

Durante e inmediatamente después del período de llenado, hágase funcionar el ventilador sobre la cortadora de ensilaje varios minutos antes de que penetre nadie en el silo. En un foso profundo o en cualquier silo en el que el tubo distribuidor no llega una distancia suficiente para agitar perfectamente el aire, hágase una observación cuidadosa, para tratar de descubrir cualquier gas de color naranja amarillento o cualquiera alteración de color que pueda indicar la presencia de gas de bióxido de nitrógeno. Puede hacerse una prueba sencilla que acuse la presencia de nitrógeno con papel de almidón-yoduro, que cambia su color al azul en presencia de compuestos nitrogenosos. Si el papel cambia su color azul cuando se introduce en el fondo del silo, úsese el ventilador, para poner en movimiento el aire y dispersar el gas. Usualmente, puede obtenerse el papel de almidón-yoduro en las droguerías o casas distribuidoras de productos químicos. Para probar la presencia en el aire de bióxido de carbono bájese una linterna encendida hasta la parte inferior del silo. Si la linterna continúa encendida, no hay peligro y se puede entrar al silo. Si la linterna se apaga, no se entre hasta que se haya hecho funcionar el ventilador para agitar el aire y para diluir el gas. Para agitar el aire, cuando no se cuenta con un ventilador adecuado, átese con una cuerda un objeto como una cesta, un cobertor, una pieza grande de lona, o una rama de árbol y déjese caer y levántese en el silo varias veces.

El gas de bióxido de nitrógeno, si se respira en cantidad suficiente, ocasiona tos, una sensación de asfixia y una impresión de debilidad extrema. Dos o tres semanas después de haber estado expuesta la víctima podrá mejorar o mostrar síntomas similares a los de la pulmonía. Si se sospecha la presencia de bióxido de nitrógeno, debe consultar al doctor cualquier persona que se sienta enferma. El peligro de la presencia de gas de bióxido de nitrógeno ocurre solamente durante la operación de llenado y, aproximadamente, una semana después.

La víctima del gas de bióxido de carbono sufre por falta de oxígeno. Sáquesela al aire libre tan pronto como sea posible y désele respiración artificial. Antes de que nadie trate de rescatar a una persona del silo, átesele firmemente con una cuerda, para el caso de que, también, sea necesario sacarlo. Envíese a buscar al médico, pero mientras llega no se abandonen los esfuerzos para restablecer la respiración siguiendo los métodos que se enseñan en la guía de primeros auxilios.

